



Papel do Usuário Final na Transição para as Redes Inteligentes

Helena Froufe Paes Leme

Projeto de Final de Curso

Orientadora

Prof^a. Flavia Chaves Alves

Fevereiro de 2020

PAPEL DO USUÁRIO FINAL NA TRANSIÇÃO PARA AS REDES INTELIGENTES

Helena Froufe Paes Leme

Projeto de Final de Curso submetido ao Corpo Docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenharia Química.

Aprovado por:

Prof^a. Ana Mehl, DSc DEQ/EQ/UFRJ

Daniella Fartes dos Santos e Silva, DSc EQ/UFRJ

Orientado por:

Prof^a. Flavia Chaves Alves, DSc DEQ/EQ/UFRJ

Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Fevereiro de 2020

Froufe, Helena

Papel do usuário final na transição para as redes inteligentes / Helena Froufe Paes Leme.

Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2020

viii, 64 p.

(Projeto Final) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2020

Orientadora: Flavia Chaves Alves

1. Redes Inteligentes. 2. Usuário Final. 3. Inovação Tecnológica. 4. Projeto Final.

(Graduação – UFRJ/EQ). 5. Flavia Chaves Alves.

“Power comes not from knowledge kept,
but from knowledge shared” – Bill Gates

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais pela educação e carinho que sempre me proporcionam, sem o apoio deles com certeza não teria chegado até aqui. Agradeço aos meus amigos e namorado, que me acompanharam e ajudaram em toda essa trajetória, pela essencial ajuda com a divulgação do questionário dessa pesquisa e por todas as experiências compartilhadas.

Agradeço também a todos os professores e servidores que contribuíram para o meu crescimento nessa jornada. Em especial, agradeço à minha orientadora Flavia por todo conhecimento compartilhado, valor agregado à minha pesquisa e por ter sido muito atenciosa, dedicada e paciente durante toda realização do trabalho. Por fim, gostaria de agradecer aos membros da banca examinadora por se disponibilizarem a avaliar este trabalho.

Resumo do Projeto Final de Curso apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenharia Química.

PAPEL DO USUÁRIO FINAL NA TRANSIÇÃO PARA AS REDES INTELIGENTES

Helena Froufe Paes Leme

Janeiro, 2020

Orientadora: Flavia Chaves Alves

As redes elétricas inteligentes (REI) são uma tendência de reestruturação da rede elétrica, que envolve digitalização e automação da mesma e proporciona diversos benefícios para seus operadores e usuários. Essa transição tem como importante característica a maior participação dos consumidores, abrindo oportunidades de terem um papel mais ativo e serem também produtores de sua própria energia, denominados “prosumidores”. Apesar desse importante papel, muitas transições que começaram a ocorrer no mundo não aparentam estar incluindo os consumidores, o que leva a questionar qual o real papel destes nas REI. Sendo assim, através de um questionário aplicado online aos usuários brasileiros, o presente estudo teve como objetivo analisar o papel do usuário final brasileiro na transição para as redes inteligentes com perguntas envolvendo aspectos de conhecimento do tema, satisfação com a rede atual, desejo de mudança e resistência à transição. Os resultados mostraram que os usuários não possuem muito conhecimento sobre o tema, não estão satisfeitos com a rede atual e possuem desejo de mudança. Porém, os resultados indicaram uma forte resistência em relação ao aumento dos preços na tarifa, o que se mostrou ainda mais relevante no grupo responsável pelas contas de luz. Além disso, foi identificada uma consciência ambiental que poderia ser utilizada como estratégia de comunicação para minimizar a barreira do preço e viabilizar a implantação da REI.

Palavras-chave: Redes Inteligentes; Usuário Final; Inovação Tecnológica.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Redes Inteligentes	4
2.1.1 Medidores Inteligentes	8
2.1.2 Geração Distribuída	11
2.1.3 Benefícios Ambientais da expansão das Redes Inteligentes	12
2.1.4 Resistência às Redes Inteligentes	14
2.1.5 Papel do usuário final na transição para as REI	15
2.2 Redes Inteligentes no mundo	18
2.2.1 Projeto <i>Telegestore</i> (Itália)	19
2.2.2 Projeto <i>EcoGrid</i> (Dinamarca)	19
2.3 Panorama geral do setor elétrico Brasileiro	20
2.3.1 Matriz elétrica	21
2.3.2 Qualidade do fornecimento	21
2.3.3 Perdas de energia	21
2.3.4 Regulação do Setor Elétrico e Políticas Públicas	23
2.3.5 Exemplos de REI no Brasil	24
2.3.6 Geração distribuída no Brasil	26
3. METODOLOGIA	28
3.1 Escolha da metodologia	28
3.2 Elaboração do Questionário	30
3.3 Período de testes	32
3.4 Validação com especialistas e submissão online	32
3.5 Análise das Respostas	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
4.1 Caracterização do Perfil dos Respondentes	36
4.2 Análise global das respostas	39
4.2.1 Análise comparativa em relação ao conhecimento do tema	44
4.2.2 Análise da percepção do preço	46
4.3 Percepção dos Responsáveis vs. Não responsáveis pela conta de luz	48
5. CONCLUSÃO	50
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
7. ANEXO – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Redes Elétricas, presente e futuro.....	5
Figura 2	Oportunidades de criação de valor das redes inteligentes	8
Figura 3	Penetração de medidores inteligentes pelo mundo, 2017	11
Figura 4	Número de projetos de redes inteligentes por país, 2017	18
Figura 5	Matriz elétrica brasileira, 2017	21
Figura 6	Participação das perdas não técnicas da empresa / total perdas não técnicas do país, 2018	22
Figura 7	Projetos piloto - Programa Brasileiro de Redes Inteligentes	25
Figura 8	Etapas da metodologia	28
Figura 9	Taxa de recebimento das respostas do questionário	33
Figura 10	Etapas da análise das respostas	34
Figura 11	Respostas da pergunta “Você tem acesso à informação sobre o seu consumo de energia elétrica em tempo real?”	37
Figura 12	Respostas para a pergunta "Quando há interrupção do fornecimento (falta luz) você liga para a sua empresa de luz para informá-los / reclamar?"	39
Figura 13	Respostas do bloco "Conhecimento do Tema"	40
Figura 14	Respostas do bloco "Satisfação"	41
Figura 15	Respostas do bloco “Desejo de Mudança”	42
Figura 16	Respostas do bloco “Resistência”	43
Figura 17	Total das respostas de cada bloco	44
Figura 18	Respostas dos que Conhecem vs. Não conhecem o tema redes inteligentes, por bloco	45
Figura 19	Respostas dos Mais resistentes vs. Menos resistentes ao aumento do preço, por bloco	47
Figura 20	Respostas Responsáveis vs. Não responsáveis pela conta de luz, por bloco.....	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Comparação da rede tradicional e rede inteligente.....	7
Tabela 2	Ideias-chave dos autores sobre o papel do usuário final na transição para as REI	17
Tabela 3	Projetos piloto de redes inteligentes no Brasil	25
Tabela 4	Desvantagens do uso de questionário em pesquisas.....	29
Tabela 5	Vantagens do uso de questionário em pesquisas	29
Tabela 6	Níveis da Escala de Likert	31
Tabela 7	Associação numérica para escala utilizada.....	35
Tabela 8	Número de respostas obtidas por Estado	36
Tabela 9	Nº de respostas por tipo de residência, responsabilidade da conta de luz e acesso à informação sobre o consumo em tempo real.....	38

1. INTRODUÇÃO

Com a tendência de digitalização no mundo atual, diversos setores críticos de infraestrutura, como transporte e comunicação, dependem cada vez mais de uma rede elétrica segura e de qualidade para garantir suas operações (AMIN & WOLLENBERG, 2005). Hoje em dia, a maior parte do sistema elétrico no mundo possui diversos pontos negativos, como a ausência de informações digitais sobre o fornecimento de energia, sendo necessário que os clientes liguem para a empresa de distribuição para informar uma falha ou falta de luz; a presença de medidores que necessitam que um leiturista vá até a residência do cliente para verificar o seu consumo e gerar a conta de luz mensalmente; o sentido unidirecional da rede, que freia o desenvolvimento da geração distribuída; entre outros. Porém, uma solução para esses problemas já começou a ser aplicada em alguns países: as chamadas “Redes Inteligentes”, do inglês *Smart Grids*.

As Redes Elétricas Inteligentes (REI) oferecem maneiras para enfrentar esses desafios e desenvolvem sistemas de suprimento de energia mais eficientes, sustentáveis e acessíveis (BISWAS ET AL., 2013), envolvendo tecnologias de controle, monitoramento, armazenamento e comunicação, que objetivam melhorar o uso das redes existentes (CABELLO, 2012).

Os benefícios da transição das redes elétricas tradicionais para as REI abrangem tanto os operadores da rede, com expectativa de gastos operacionais menores sem a necessidade de leituristas, reparação remota em determinadas falhas, detecção das faltas de fornecimento em tempo real; quanto os consumidores, possibilitando um melhor controle de seus gastos com energia elétrica devido a informação digital, viabilizando a micro geração de energia e possivelmente tornando as contas de luz mais baratas ao diminuir os custos operacionais da distribuidora. Para o Brasil, acredita-se também em uma diminuição considerável nas perdas de energia, causadas por furtos e fraudes nas redes elétricas ao aumentar o monitoramento (LAMIN, 2013), problema que ocorre em grande escala no país.

No Brasil, alguns projetos piloto iniciaram seus estudos e implantação após a Chamada N° 011 de 2010 da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) - reguladora do setor elétrico – para o incentivo ao desenvolvimento de REI no país, mas alguns projetos até hoje não foram finalizados. Essas tentativas interrompidas mostram que ainda há barreiras regulatórias, tecnológicas e econômicas a serem superadas para sua implantação em larga escala no Brasil (PEREIRA & WEISS, 2017), país com grande participação de consumo de energia elétrica no mundo, ocupando o 8º lugar em volume de energia consumida em 2016 (CIA, 2016).

O Brasil está bem atrás da média mundial em um passo importante para a transição para as redes inteligentes – a troca dos medidores de energia. Os novos medidores, chamados de medidores inteligentes (ou *smart meters*) têm a capacidade de comunicar dados e contabilizar o fluxo de energia de forma bidirecional. De acordo com o *2018 Top Markets Report Smart Grid*, no final de 2017 a penetração dos medidores inteligentes no Brasil era de apenas 3%, enquanto a média mundial atingiu 38% (U.S. Department of Commerce, 2019).

A transição de estrutura na rede envolve uma mudança não apenas tecnológica e organizacional nas empresas para lidar com as novas tecnologias (FAHRANGI, 2010), mas também do contexto local com o apoio dos governantes e engajamento direto da população. Na nova estrutura, o consumidor final tem, em teoria, um papel muito mais ativo do que apenas relatar falhas e realizar o pagamento de faturas. O consumidor terá mais opções de escolhas e oportunidades, como a escolha de tarifa, ou opção de gerar a própria energia para consumo utilizando a rede de distribuição como apoio em caso de geração excedente ou insuficiente em relação ao consumo individual. Com o envolvimento do consumidor, é esperado que a nova rede seja muito mais sustentável ambientalmente e socialmente, com incentivo ao crescimento das energias renováveis e redução das emissões de CO₂ causadas pela geração com fontes fósseis (VASCONCELOS, 2008; PREGER, 2018).

Apesar deste papel mais ativo do usuário final, diversos estudos de casos com projetos piloto de redes inteligentes no mundo mostram que, na prática, o usuário não está sendo de fato incluído na transição como deveria, algumas vezes nem percebendo mudanças na estrutura da rede (VERBONG *ET AL.*, 2013; BRANDÃO & JOIA, 2018). Isso leva a um olhar crítico sobre os resultados dos projetos, que em geral têm como um dos objetivos principais melhorar a qualidade e percepção da rede pelo consumidor, e o papel deste na transição para as redes inteligentes.

Neste contexto, é possível levantar alguns questionamentos: Qual a importância da participação do usuário final na transição para as redes inteligentes? Qual é o nível de conhecimento do consumidor brasileiro sobre o tema no momento? Os consumidores estão satisfeitos com a rede atual? Há resistências por parte da população em relação à transição?

De forma a buscar responder tais perguntas, o presente estudo tem como objetivo identificar a percepção dos consumidores a respeito dos benefícios da introdução de REI no Brasil e as barreiras existentes para este avanço. Para atingi-lo, alguns objetivos específicos podem ser identificados:

- Realizar uma pesquisa bibliográfica dos principais conceitos acerca do tema;
- Desenvolver o questionário com base na pesquisa realizada, validá-lo e aplicá-lo;

- Analisar os resultados obtidos no questionário, para responder as perguntas anteriormente postas.

Além da Introdução, este trabalho está organizado em mais quatro capítulos: O Capítulo 2 trata da revisão bibliográfica, onde serão abordados os principais conceitos acerca do tema redes inteligentes, exemplos de REI no mundo e o panorama geral do setor elétrico brasileiro nesse contexto; o Capítulo 3 apresenta a metodologia utilizada, construção e aplicação do questionário, e como foi a abordagem para análise das respostas obtidas. O quarto capítulo dedica-se à discussão dos resultados e, por último, o Capítulo 5 traz as conclusões, apresentando um resumo dos principais pontos e discussões abordados no trabalho, e possíveis recomendações para minimizar as barreiras encontradas para a transição para as redes inteligentes no país.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo está dividido em três seções, as quais abordam o conceito de redes elétricas inteligentes, alguns exemplos de redes inteligentes no mundo e um panorama geral do setor elétrico brasileiro. Na conceituação de redes inteligentes, também são definidos outros conceitos importantes relacionados, como medidores inteligentes, geração distribuída, os benefícios ambientais da transição para as REI, alguns fatores que podem trazer resistência à transição e o papel do usuário final nesse contexto. Como exemplos de redes inteligentes no mundo, é trazida uma discussão sobre o projeto *Telegestore* na Itália e o *EcoGrid* na Dinamarca, que teve como principal foco o engajamento do consumidor. Por último, no panorama geral do setor elétrico no Brasil, são abordados os seguintes tópicos: matriz elétrica brasileira, qualidade do fornecimento de energia da rede elétrica atual, quantidade de perdas de energia no sistema, regulação do setor pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), alguns exemplos de projetos piloto de REI já existentes no país e a discussão atual sobre a geração distribuída.

2.1 Redes Inteligentes

Atualmente, a arquitetura mais comum das redes elétricas no mundo é formada por uma estrutura unidirecional: poucos grandes parques de geração enviam a energia gerada para a rede de transmissão; esta transporta até os consumidores industriais ou para a parte de distribuição. Somente então a energia é comercializada para o grande número de consumidores comerciais e residenciais (**Figura 1**). Nesta arquitetura, as informações como falhas e faltas de luz têm que ser comunicadas pelos consumidores, que desempenham este papel pouco ativo de apenas receber o serviço, comunicar erros e pagar a conta. Essa alta dependência da comunicação dos usuários resulta em um maior tempo na detecção de falhas e reestabelecimento da energia e em diversos erros humanos, como erros na leitura e geração de fatura, além de ser mais difícil de controlar as demandas e perdas de energia, por não ter essas medidas com precisão.

O desenvolvimento de novas tecnologias e a tendência global de digitalização em diversos setores fizeram com que essa arquitetura tradicional começasse a passar por transformações. A estrutura que está ganhando força para a rede do futuro é muito mais complexa, bidirecional tanto em energia quanto em comunicação, na qual os próprios consumidores têm possibilidade de gerar sua energia, colocar o excedente na rede de distribuição durante a geração, ou consumir energia da rede caso a geração não seja suficiente. A **Figura 1** ilustra a comparação das redes elétricas tradicionais com essa tendência de

estruturação para as redes elétricas do futuro, também chamadas de “Redes Inteligentes”, do inglês *Smart Grid* ou *Intelligent Grid*.

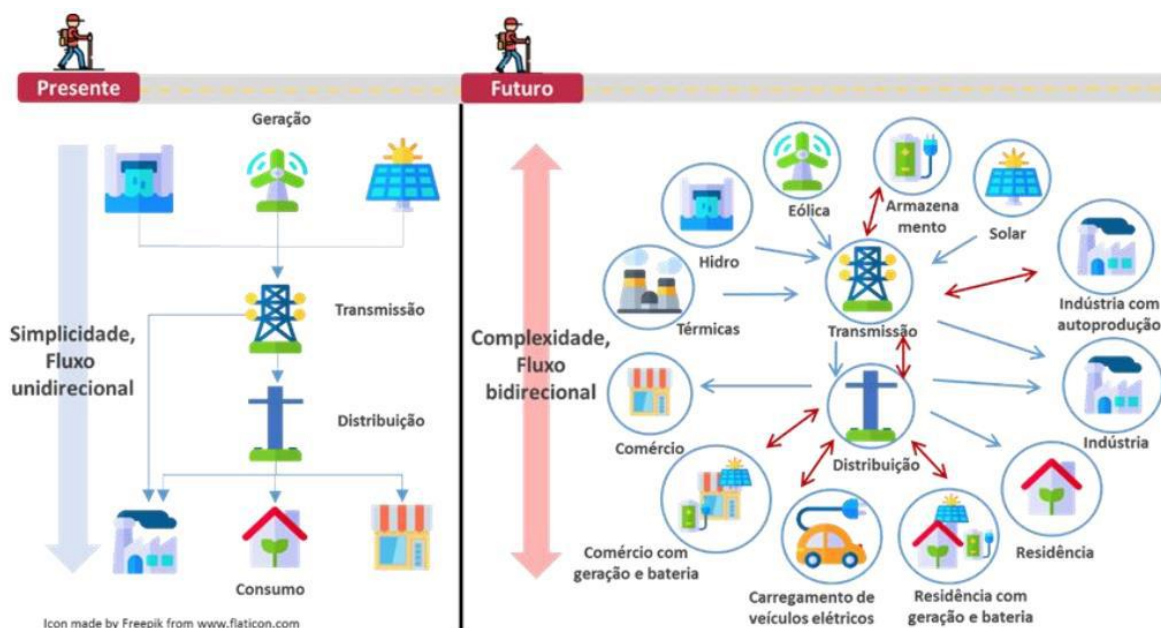


Figura 1 Redes Elétricas, presente e futuro
 Fonte: EPE (2018)

Algumas redes no mundo já estavam passando por esse processo de digitalização, mesmo antes do termo *Smart Grid* surgir. Alguns autores também a chamam de *smart electrical/power grid*, *intelligent grid*, *intelligrid*, *future grid*, *intergrid*, ou *intragrid* (CHEN ET AL., 2019).

Não há um consenso de definição do conceito ou a partir de quais características a rede passa de tradicional e pode ser chamada de rede inteligente, mas há características e utilidades de digitalização e automação que quando adicionados à rede, a tornam cada vez mais inteligente. O Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) define, de forma ampla:

“A tecnologia digital que permite detecção e controle aprimorados dos elementos da rede, compartilhamento e comunicação de informações mais difundidos, computação mais poderosa e controle mais preciso é o que deixa a rede inteligente.”
 (US Department of Energy, 2018, pág. 11. Tradução própria)

Ainda segundo o DOE, a rede inteligente possui as seguintes características (DOE, 2011):

- Inteligência: capaz de diminuir as quedas de fornecimento de energia a partir de um reencaminhamento do fornecimento ao sentir sobrecargas no sistema, trabalhando de forma autônoma em condições que requerem respostas mais

rápidas do que humanos conseguem responder; consegue alinhar os objetivos das utilidades, consumidores e reguladores;

- Eficiência: consegue suprir as demandas sem a necessidade de aumentar a infraestrutura;
- Acomodação: capaz de acomodar todos os tipos de geração de energia e novas ideias e tecnologias para a rede, como tecnologias de armazenamento de energia;
- Motivação: permite que os consumidores possam escolher seu perfil de consumo baseado em preferências individuais, como opções de tarifa ou preocupações ambientais, viabilizado por uma comunicação em tempo real entre os consumidores e os operadores da rede;
- Oportunidade: cria novas oportunidades de mercado por permitir inovação “ligar e usar” (*plug and play*) a qualquer momento;
- Foco em qualidade: capaz de entregar uma energia com alta qualidade, sem perturbações, possibilitando assim o avanço da economia digital;
- Resiliência: mais resistente a ataques e desastres ambientais por ser mais descentralizada;
- “Verde”: mostra um claro caminho para uma melhora ambiental significativa.

Farhangi (2010) definiu de forma mais específica as características necessárias na rede inteligente e sua comparação com as redes tradicionais, conforme apresentado na **Tabela 1**. Pode-se perceber a presença da digitalização e automação nos diversos aspectos da nova rede, como o auto-monitoramento da rede, auto-cura sempre que possível, testes da rede realizados a distância (de forma remota) entre outros. A transição para a rede inteligente envolve automatização e controle remoto de toda a infraestrutura da rede, com diversos dispositivos conectados à internet sem fio que adquirem dados das linhas de transmissão, distribuição, subestações e dos consumidores (CAMPBELL 2018; GHASEMPOUR, 2019).

Apesar de algumas características da rede inteligente serem comuns entre os conceitos (como a ideia da digitalização da rede), a trajetória tecnológica varia dependendo de cada contexto social, político e físico em que a rede está inserida (SKJOLSVOLD & RYGHAUG, 2015). Devido a esta dependência do contexto, os autores Skjolsvold & Ryghaug (2015) defendem que para o desenvolvimento das redes inteligentes é necessário evitar trazer uma solução ou conceito único para o tema, abrindo assim espaço para inovações em tecnologias e modelos de negócio, e permitindo-se aprender com a experimentação e erros em diferentes

localidades. Para o sucesso da implementação, Christensen *et al.* (2019) também defendem que as soluções de energia devem ser vistas como configurações heterogêneas, com elementos tanto tecnológicos quanto sociais, desde o início.

Tabela 1 Comparação da rede tradicional e rede inteligente

Rede tradicional	Rede Inteligente
Eletromecânica	Digital
Comunicação unidirecional	Comunicação bidirecional
Geração centralizada	Geração distribuída
Hierárquica	Em rede
Poucos sensores	Sensores por toda extensão
Cega	Auto-monitoramento
Restauração manual	Auto-cura
Falhas e apagões	Adaptável e insular
Testes manuais	Testes remotos
Controle limitado	Controle geral
Poucas opções para os consumidores	Muitas opções para os consumidores

Fonte: Adaptado de Fahrangi (2010)

Nestas novas propostas de arquitetura de rede, o consumidor pode desempenhar um papel muito mais ativo do que nas redes tradicionais, com mais opções de escolha. Além de consumidor, ele também poderá gerar a própria energia e integrar seu gerador às redes elétricas, passando a ter a figura do chamado “prosumidor” - produtor e consumidor (VERBONG *ET AL.*, 2013; HANSEN & HAUGE, 2017; CEMIG, 2019). Poderá também controlar seu consumo em tempo real e escolher momentos fora do pico de demanda para realizar algumas atividades que utilizam a rede, como carregar seu carro elétrico (VASCONCELOS, 2008).

Há diversos benefícios e oportunidades de criação de valor associados as REI, abrangendo diferentes esferas, como as concessionárias, clientes, governo e reguladores e outras partes interessadas, como mostra a **Figura 2**.

Concessionária	Cliente
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumentar eficiência operacional ▪ Aumentar e fortalecer o relacionamento com os clientes ▪ Otimizar investimentos ▪ Aumentar confiabilidade ▪ Preparar para ambiente com forte geração distribuída ▪ Reduzir perdas ▪ Preparar para a transformação empresarial ▪ Desenvolver parcerias 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzir custos ▪ Modicidade tarifária ▪ Aumentar eficiência energética ▪ Acesso a novas fontes de energia ▪ Participar em um novo mercado
Governo e Reguladores	Outras Partes Interessadas
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduzir custos ▪ Promover modicidade tarifária ▪ Implementar novos planos tarifários para BT (TOU) ▪ Implementar funcionalidades na medição ▪ Melhorar os índices de qualidade ▪ Implementar geração distribuída ▪ Aumentar qualidade da energia 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Desenvolver pesquisa ▪ Desenvolver a cadeia produtiva ▪ Gerar empregos ▪ Desenvolver novos negócios e parcerias

Figura 2 Oportunidades de criação de valor das redes inteligentes
Fonte: Adaptado de CEMIG (2019)

Para compreender melhor esses benefícios, é necessário definir outros conceitos importantes associados às redes inteligentes, como medidores inteligentes e geração distribuída, os quais serão discutidos nas seções a seguir.

2.1.1 Medidores Inteligentes

O tipo de medidor mais utilizado atualmente nas medições residenciais é o eletromecânico, caracterizado pelo baixo custo e alta disponibilidade. Seu princípio de funcionamento é baseado na indução eletromagnética: a corrente passa por uma bobina, gerando um campo magnético e faz um leve disco no centro da bobina girar. Pode ser registrado o consumo, em MWh, de forma proporcional ao número de rotações no disco, o qual é transmitido ao mostrador do instrumento por um sistema mecânico de engrenagens (MINGUEZ, 2007). Esse medidor pode ser adaptado para armazenar e comunicar dados (EDP, 2017), mas não permite a comunicação bidirecional. Sendo assim, um primeiro passo essencial para a transição para as redes inteligentes é a troca dos medidores eletromecânicos por medidores capazes de realizar essa comunicação: os medidores inteligentes – *smart meters*. Apesar de serem frequentemente confundidos, medidores inteligentes e redes inteligentes não são sinônimos. Os medidores são apenas uma das tecnologias possíveis de serem instaladas para deixar as redes mais inteligentes (DOE, 2011).

Além da comunicação bidirecional, Vasconcelos (2008) defende que a troca para os medidores inteligentes envolve potenciais benefícios para os consumidores, comercializadores de energia, operadores da rede de distribuição e para o bem-estar da sociedade no geral. Para os consumidores, pode-se destacar o aumento considerável da informação a respeito de seu consumo, levando a possibilidade de melhor controle de seus gastos e consequente diminuição de suas contas de luz. Além disso, evita erros de medição ou leitura do consumo que ocorrem de forma frequente com os medidores eletromecânicos, por dependerem que um leiturista vá até a residência para ler o medidor, anotar, e imprimir a fatura referente.

Para os comercializadores, destacam-se principalmente o número menor de reclamações em relação aos valores de conta de luz, por não ser mais passível a erros humanos de leitura e digitação, e a diminuição da inadimplência devido à facilidade de desligar e religar o fornecimento de energia de forma remota, ou seja, sem a necessidade de um funcionário se deslocar até a instalação para realizar o desligamento.

Para os operadores da rede de distribuição, os benefícios incluem identificação em tempo real em caso de falhas no fornecimento da energia elétrica, não sendo mais necessário que o consumidor ligue para avisar da falta de luz; redução do tempo de restauração do fornecimento, trazendo assim melhorias na qualidade da rede; aprimoramento da detecção das perdas e furtos de energia por ser possível obter uma informação mais precisa dos locais de perdas com os medidores inteligentes; e uma gestão mais fácil pelo acesso a outras informações mais técnicas do fornecimento em tempo real, como a carga, voltagem, etc.

Para o interesse da sociedade no geral, entre os potenciais benefícios estão a melhoria da eficiência energética, abrindo espaço para redução da emissão de gases do efeito estufa (ver seção 2.1.3); o aumento da possibilidade de crescimento da geração elétrica renovável pelo incentivo aos consumidores gerarem a própria energia; e maior garantia de segurança energética, devido a informações de demanda mais precisas fornecidas pelos medidores inteligentes.

Esta melhoria na eficiência energética é defendida como uma consequência da utilização de diferentes tarifas ao longo do dia, chamadas de Tarifação Horária, ou *Time-of-Use* (TOU), sendo essa uma outra importante porta que é aberta pela troca para os medidores que conseguem registrar a informação de consumo dos usuários em tempo real.

A modalidade de tarifação tradicional é realizada pela média do volume total de energia consumido, em uma tarifa única por KWh consumido. Neste modo de tarifa acaba havendo uma espécie de subsídio cruzado, no qual o consumo nos horários de pico é financiado pelo consumo fora desses horários (HOUTHAKKER, 1951 *apud* LEITE, 2013). A irregularidade

dos horários de consumo, com muita demanda em alguns curtos períodos de tempo, provoca também uma necessidade de expansão da capacidade da rede para suprir esse pico de demanda pontual. Porém, na maior parte do tempo grande parte da rede fica ociosa, assim como o capital investido nesses ativos (ANEEL, 2010).

Para solucionar esses problemas, uma possibilidade é a modalidade de tarifa TOU, que consiste em uma mudança dos preços da energia elétrica em função dos horários com maior ou menor consumo de energia, sendo mais cara nos momentos de pico para compensar o maior custo operacional. Esses preços devem ser previamente comunicados aos consumidores, que podem optar por realizar algumas atividades diárias (como lavar roupa, utilizar o ar condicionado, carregar seus veículos elétricos etc.) em momentos em que a tarifa está mais baixa, ou seja, em momentos que tradicionalmente há menor demanda de energia no geral. É esperado que assim ocorra uma melhor utilização da rede em diferentes horários, otimizando o aproveitamento da capacidade e diminuindo os custos de investimento necessários para sua expansão (LEITE, 2013).

Apesar de diversos estudos confirmarem a relação do comportamento dos consumidores em função dos preços das tarifas, os aspectos comportamentais dos usuários levam muitas outras variáveis sociais em consideração, podendo ter outros efeitos como consequência. Em alguns países a experiência de implantação da tarifa TOU resultou em uma diminuição significativa do consumo nos horários de pico, como o esperado. Porém, alguns projetos piloto no Brasil mostraram que alguns consumidores acabaram aumentando o consumo de energia elétrica total, por aproveitarem o custo mais baixo nos horários fora do pico de demanda para aumentarem a utilização de equipamentos elétricos (ANEEL, 2010).

Em 2017 foram instalados quase 115 milhões de medidores inteligentes no mundo, fazendo com que a média mundial atingisse um total de 38% de medidores trocados no final do ano (U.S. Department of Commerce, 2019). Porém, essa penetração é muito divergente entre os países. Como pode ser observado na **Figura 3**, já há países na Europa com 100% de medidores inteligentes como a Itália, enquanto outros países ainda nem começaram essa transição. Segundo o relatório *2018 Top Markets Report Smart Grid*, o Brasil também estava bem atrás da média mundial, com apenas 3% dos medidores trocados. Essa baixa penetração pode ser justificada pelos riscos tecnológicos, regulatórios e econômicos desta transição no país, a serem melhor discutidos na seção 2.3.5.

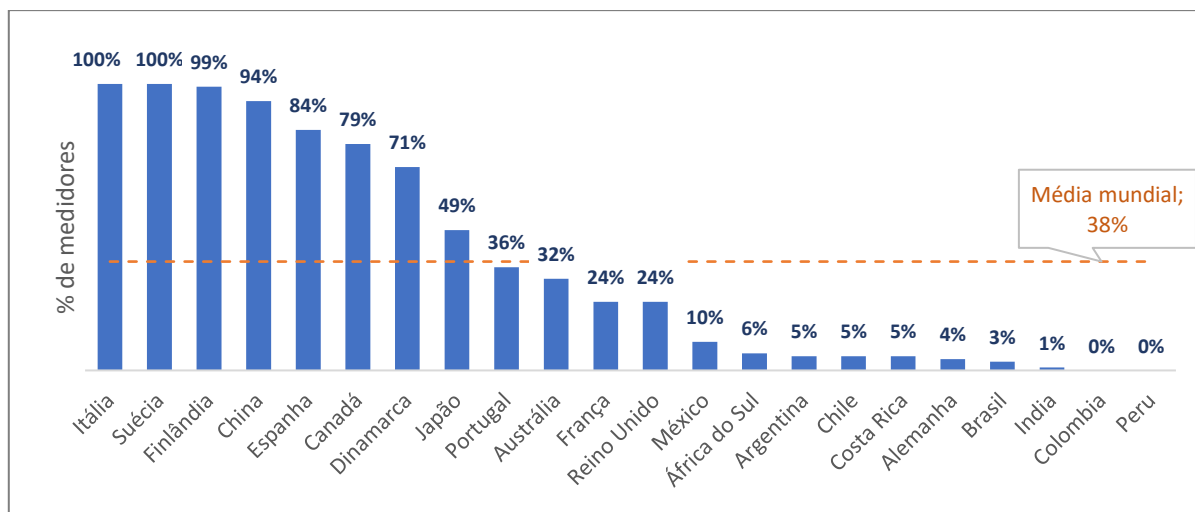


Figura 3 Penetração de medidores inteligentes pelo mundo, 2017
 Fonte: US. Department of Commerce (2019)

2.1.2 Geração Distribuída

A geração distribuída é a utilização de tecnologias de geração em pequenas escalas (micro e minigeração distribuídas) localizadas no local ou próximas ao local de consumo (DOE, 2011; ANEEL, 2018). Quando a regulação do país permite, essa geração pode ser conectada à rede elétrica existente, a qual recebe o excedente durante a geração e envia energia caso o consumo seja maior do que o gerado no momento. Essa geração pode ser realizada no setor residencial, sendo mais comuns os sistemas de painéis solares e pequenas turbinas eólicas; ou nos setores comercial e industrial, nos quais é comum encontrar, além da geração solar e eólica, sistemas combinados de geração de calor e energia (CHP), combustão de biomassa, pequenas hidrelétricas, entre outros (EPA, 2019).

Os principais benefícios da geração distribuída são os baixos impactos ao meio ambiente (melhor discutidos na seção 2.1.3), a redução das perdas de energia, diminuição da urgência de investimentos na expansão dos sistemas de distribuição e transmissão, e a diversificação da matriz elétrica, trazendo maior confiabilidade à rede (ANEEL, 2018b; EPA, 2019). Como desvantagens, é possível destacar o aumento da complexidade do sistema, por contar com um fluxo bidirecional de energia; necessidade de adaptação do sistema para receber gerações intermitentes; o ainda alto custo das tecnologias e a necessidade de mudança nos modelos de negócio das concessionárias de energia (EPA, 2019).

Para conseguir criar e capturar valor com a nova estrutura da rede, as empresas de energia precisam se adaptar e mudar a estratégia utilizada com as redes tradicionais. É necessário adaptar a logística de operação, para utilizar da melhor forma possível as novas tecnologias e

informações em tempo real, e também a maneira de lidar com o cliente. Algumas empresas do setor de distribuição estão investindo nas soluções de energia para se adaptar ao crescimento da geração distribuída, como serviços de armazenamento e tecnologias renováveis para os consumidores residenciais e comerciais (SKINNER, 2013).

Muitas vezes as definições de geração distribuída se confundem com as de “recursos energéticos distribuídos” (RED, ou do inglês *Distributed Energy Resources - DER*), porém os conceitos não são equivalentes. Segundo Capehart (2016), geração distribuída é qualquer tecnologia que produz energia elétrica fora da rede, enquanto os recursos energéticos distribuídos incluem todas as tecnologias relacionadas a essa geração, como os sistemas de armazenamento e medição de demanda. Para Horowitz et al. (2019) os REDs incluem todos os recursos conectados ao sistema de distribuição próximo a carga, como os painéis fotovoltaicos, sistema de geração eólica, sistemas de armazenamento de energia e as vezes até os veículos elétricos.

É importante ressaltar que em muitas conceituações de redes inteligentes não aparece a necessidade de ter a geração distribuída para a rede ser considerada inteligente, mas, segundo Hansen & Hauge (2017), o consumidor ter acesso a essa possibilidade de gerar a própria energia utilizando a rede elétrica como apoio é um ponto em comum entre diversos autores.

2.1.3 Benefícios Ambientais da expansão das Redes Inteligentes

Além dos benefícios tecnológicos e de comodidade apresentados, vários autores defendem que a expansão das redes inteligentes e geração distribuída podem vir a trazer diversos benefícios ambientais. Entre elas estão a maior eficiência energética atingida pelo acesso a informações e tarifas horárias, incentivo a maior utilização de fontes renováveis na geração distribuída e diminuição das perdas de energia, conforme discutido a seguir.

Vasconcelos (2008) acredita que os consumidores podem diminuir seu consumo ao terem ciência de seus gastos em tempo real pela medição inteligente, diminuindo assim a geração como um todo e as emissões de gás carbônico relacionadas. Porém, mesmo que os consumidores não diminuam o consumo total, como foi citado o exemplo na seção 2.1.1, o fato deles trocarem o consumo nos horários de pico para uma utilização mais homogênea durante o dia, movidos pela tarifação horária, também ajuda a reduzir esse impacto ambiental. Isso ocorre porque durante os picos, as plantas de geração menos eficientes também entram em operação para suprir toda a demanda (Vasconcelos, 2008).

A criação da oportunidade de cada consumidor gerar sua própria energia utilizando a rede de distribuição como apoio no caso de geração excedente ou insuficiente incentiva o desenvolvimento das fontes de geração intermitentes como a solar e eólica. Atualmente, a geração distribuída brasileira é composta quase que em sua totalidade por painéis solares (MME, 2019).

Em relação às perdas de energia, a geração distribuída causa sua diminuição durante a transmissão e distribuição de energia, por ser gerada no local do consumo (EPA, 2019). Diminuir as perdas relacionadas aos furtos de energia pela medição inteligente também é algo benéfico ao meio ambiente, pois em geral, quando a energia está sendo furtada não há uma preocupação em relação ao custo do consumo, acarretando em um gasto muito maior do que o necessário e do que seria feito caso o consumidor estivesse pagando por essa energia.

Além desses benefícios, Preger (2018) mostrou que o aumento da complexidade do arranjo das malhas nas REI é algo ambientalmente e socialmente positivo devido à redução de entropia. De acordo com o autor, megaempreendimentos sempre afetam irreversivelmente a região de entorno devido a uma mudança muito extrema de entropia, enquanto diversos pequenos empreendimentos geram uma quantidade de entropia que pode ser absorvida pelo ambiente no entorno sem impactos consideráveis. Por isso, segundo o autor, apesar de terem a mesma potência gerada, um empreendimento de 10 GW produz mais entropia do que 10.000 de 1 MW.

Apesar de todos esses fatores positivos, há autores, como Xu *et al.* (2018) que estão destacando a importância e ainda a falta de amplos estudos sobre o descarte correto dos painéis solares. Estes, presentes em abundância na geração distribuída, são constituídos de materiais tóxicos e podem vir a ter um grande impacto ambiental se descartado incorretamente após o fim da vida útil, estimada entre 20 e 25 anos (SVTC, 2009). Este ainda é um assunto pouco comentado que merece uma maior atenção para que o efeito da expansão da indústria de energia solar tenha de fato o tão almejado efeito ambiental positivo no longo prazo.

Outras potenciais consequências negativas, destacadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA, 2019), ocorreriam caso houvesse o desenvolvimento da geração distribuída com fontes não renováveis, gerando os impactos negativos de quaisquer outras plantas de combustíveis fósseis; ou a geração através da queima de resíduos e biomassa, que podem exigir grandes quantidades de água para a geração ou resfriamento.

2.1.4 Resistência às Redes Inteligentes

Há também quem discorde dos benefícios envolvidos na transição para as redes inteligentes, defendendo que há mais lados negativos do que positivos na mudança. Um caso que ficou famoso de resistência à transição ocorreu na Califórnia, onde a empresa PG&E, grande companhia de gás e eletricidade dos Estados Unidos, fez a troca de grande parte dos medidores antigos para os medidores inteligentes. O aumento significativo nas contas de luz resultou em diversas reclamações de consumidores¹, que diziam não terem sido consultados sobre a troca. Além de reclamações em relação ao aumento nos preços, um dos principais questionamentos era a respeito da incerteza quanto aos problemas de saúde que poderiam ser gerados pela emissão de ondas dos medidores inteligentes presentes em massa. Com a quantidade de reclamações de consumidores, esta virou uma briga política na qual foi decidido, por unanimidade, o banimento dos medidores inteligentes em algumas cidades por vários anos consecutivos².

Devido ao referido movimento de resistência, o *California Council on Science and Technology* elaborou um estudo em relação aos impactos das ondas emitidas pelos *smartmeters* (CCST, 2011). Neste estudo, foi concluído que os níveis de exposição aos medidores inteligentes estão bem abaixo dos limites de segurança aceitos contra impactos conhecidos na saúde, não havendo evidências de necessidade de proteções adicionais à população que os utiliza. Mesmo assim, esta ainda é uma discussão que não foi resolvida.

Segundo Freitas (2014) há também outros tipos de reclamações dos consumidores em relação à transição para os medidores inteligentes, além do medo em relação a frequência emitida. Há quem reclame da invasão de privacidade dos medidores, por disponibilizarem dados que possibilitam a realização de um relatório do perfil de consumo dos usuários, e da vulnerabilidade a hackers, que podem vir a obter informações sensíveis dos usuários. Informações sobre a rotina dos consumidores, como horários de pico no consumo ou consumo mínimo, podem ser perigosas caso sejam acessadas por terceiros, por ser possível identificar exatamente os momentos em que os usuários costumam estar em casa ou não.

¹ The economist. Sensors and sensibilities: A smarter world faces many hurdles (2010). Disponível em <<https://www.economist.com/special-report/2010/11/06/sensors-and-sensibilities>>

² Smart Energy International. California's Marin County maintain smart meter ban for another year (2014). Disponível em <<https://www.smart-energy.com/regional-news/north-america/californias-marin-county-maintains-smart-meter-ban-for-another-year/>>

Os ambientes tradicionais de tecnologia da informação (TI) estão em certo grau expostos a fragilidades de ataques cibernéticos e a rede inteligente não é diferente (SUN *ET AL.*, 2018). Um caso importante de ataque cibernético à rede elétrica ocorreu na Ucrânia em 2015, com o primeiro apagão tendo este tipo de ataque como causa que foi reconhecido publicamente, afetando cerca de 225 mil clientes por várias horas (LIANG, 2017). Apesar de terem grande impacto, esses ataques possuem baixa probabilidade de ocorrer e há diversos estudos sendo desenvolvidos sobre o tema para vencer esse desafio tecnológico e tornar essa probabilidade cada vez menor (HUANG, 2018).

2.1.5 Papel do usuário final na transição para as REI

Com a transição para as redes elétricas inteligentes, os usuários finais poderão ter um papel ativo no gerenciamento da demanda e da geração de energia elétrica (GEELLEN, 2013). A nova estruturação da rede permite que os usuários passem de um papel passivo de apenas consumidor e assumam um papel ativo como co-fornecedores, ou prosumidores, como descrito na seção 2.1. O grau em que os usuários estão dispostos a aceitar a transição e a mudança de rotinas em suas casas moldará o futuro das redes inteligentes, além de ter um grande impacto na chance de sucesso da sua implementação (VERBONG *ET AL.*, 2013).

A maioria dos benefícios dessa mudança para o consumidor envolve uma participação direta, como a oportunidade de escolha do seu modo de tarifa, da consulta de informações sobre seu consumo a qualquer momento e oportunidade de gerar energia para seu próprio uso. Essas possibilidades só serão úteis e benéficas se forem realmente utilizadas, ou pelo menos reconhecidas pelos usuários.

Além disso, os benefícios ambientais da transição para as redes inteligentes também dependem diretamente do envolvimento e atitudes dos consumidores. Não haverá um aumento da geração renovável decorrente da geração distribuída se os usuários não estiverem cientes dessa nova possibilidade ou não quiserem participar disto. Também não haverá uma maior eficiência energética e diminuição do consumo geral de energia se os clientes não reconhecerem a ferramenta de medição de consumo em tempo real como uma oportunidade de mudarem sua rotina para economizar energia (VASCONCELOS, 2008).

Assim, para que os benefícios ambientais advindos da mudança para as redes inteligentes sejam efetivos, como um sistema descarbonizado e com baixo consumo de energia, os usuários precisam ser incluídos e reconceptualizados como importante parte interessada

nesse processo de inovação, que promovem mudanças em suas rotinas e consequentemente no sistema (SCHOT, 2016).

Milchram (2018) defende que os valores morais dos consumidores podem atuar tanto como drivers como barreiras para a aceitação das tecnologias de *smart grid*, reafirmando a importância da atenção nos usuários para a transição. Valores como a sustentabilidade do meio ambiente e segurança energética influenciam de forma positiva na aceitação, enquanto as dúvidas sobre privacidade, segurança e impactos à saúde (discutidos na seção 2.1.4) agem como barreiras. Outros valores, como acessibilidade e inclusão das tecnologias, atuam tanto de forma positiva como negativa dependendo do contexto social, tecnológico e regulatório do ambiente de transição.

Apesar dos usuários na teoria desempenharem esse papel mais central nos projetos de redes inteligentes, a implementação na prática não está seguindo de acordo com essa necessidade, como identificado por Verbong *et al.* (2013) em um estudo de caso na Noruega. Segundo os autores, o foco do desenvolvimento das redes inteligentes estava voltado apenas nas barreiras tecnológicas e econômicas, tentando persuadir o consumidor apenas pelo benefício financeiro para que não atuassem como barreiras. Eles também acreditam que os usuários, suas rotinas e o contexto social em que se encontram deveriam ser levados mais em consideração para o sucesso do desenvolvimento das redes inteligentes.

Krishnamurti *et al.* (2012) e Park *et al.* (2017) estudaram a importância da difusão do conhecimento sobre as redes inteligentes para que seja possível a implantação em larga escala. É importante que os consumidores conheçam os benefícios, mas que também não superestimem a capacidade. Em seu estudo, Krishnamurti *et al.* (2012) fizeram entrevistas com alguns responsáveis pelas contas de luz nos EUA, perguntando-os sobre quais benefícios eles acreditavam que seriam trazidos pelos medidores inteligentes com perguntas sobre o grau de concordância com as afirmações. Os autores perceberam que mais da metade dos entrevistados não conhecia o termo medidores inteligentes, e que a maioria tinha uma expectativa maior do que de fato a troca do medidor pode trazer. Uma baixa expectativa pode trazer uma resistência por fazer com que os consumidores não achem que faz diferença trocar o medidor. Por outro lado, uma alta expectativa pode trazer altas frustrações futuras. Com isso, os autores destacam a importância de que os usuários estejam cientes exatamente de todas as comodidades acrescentadas pelas novas tecnologias.

Park *et al.* (2017) estudaram a forma dinâmica de aceitação dos consumidores frente à transição para as redes inteligentes. Para os autores, também é extremamente importante a diminuição do gap entre expectativa e realidade através de um melhor esclarecimento das

características da transição e de como utilizar as tecnologias das redes inteligentes. Caso os consumidores tenham uma expectativa muito maior do que de fato poderão usufruir com a transição, isso causará uma diminuição da intenção do uso das tecnologias associadas, dificultando a implementação das REI. Por outro lado, uma satisfação dos usuários por terem suas expectativas atingidas aumenta a intenção de uso e potencial difusão das REI. Além do conhecimento mais preciso quanto aos benefícios, outro fator importante defendido por Park *et al.* (2017) é o melhor esclarecimento dos potenciais riscos associados às redes inteligentes. Um crescimento das resistências, por exemplo, pelo medo dos malefícios advindos das ondas emitidas pelos medidores ou em relação a privacidade e segurança cibernética, diminui a intenção de uso das redes inteligentes, crescendo assim a barreira para sua implementação.

Esses estudos reforçam a importância da inclusão e participação do usuário final na transição para as redes inteligentes. Essa participação é necessária tanto através do claro conhecimento sobre o tema, quanto à mudança na rotina para usufruir dos benefícios trazidos pela transição. A **Tabela 2** apresenta um resumo das principais ideias trazidas nesta seção sobre o papel do usuário final na transição para as REI.

Tabela 2 Ideias-chave dos autores sobre o papel do usuário final na transição para as REI

Autores	Ideias-chave
Geelen (2013)	Consumidores da REI possuem papel mais ativo do que nas redes tradicionais
Verbong et al (2013) Vasconcelos (2008)	Importância da aceitação e mudança de rotina dos consumidores para o sucesso das REI
Milchram (2018)	Valores morais dos usuários atuando como drivers e barreiras
Krishnamurti et al. (2012)	Relação entre expectativa e realidade dos consumidores frente às tecnologias <i>smart grid</i> pode ser uma barreira
Park et al. (2017)	Importância da difusão do conhecimento preciso sobre os benefícios e mitigação de riscos das novas tecnologias

2.2 Redes Inteligentes no mundo

Diferentes partes do mundo apresentam focos e motivações distintos na implementação das redes inteligentes (CGEE, 2012). O foco da Europa está mais relacionado à microgeração distribuída com a utilização de energia limpa e à melhoria na eficiência energética. Já os Estados Unidos mostram uma atenção maior em recuperar e melhorar as redes de distribuição que estão muito desgastadas. Por último, a Ásia e Pacífico mostram um foco em atender o aumento de demanda de energia do mercado, tendo em vista que as tecnologias das redes inteligentes podem otimizar o atendimento a essa demanda.

As diferentes interpretações para as tecnologias de *Smart Grid* pelos atores de diferentes contextos resultam em trajetórias tecnológicas bem divergentes (SKJOLSVOLD & RYGHAUG, 2015). A **Figura 4** apresenta um panorama do número de projetos em escala de demonstração (vermelho) e em P&D (verde) nos países da Europa. A Dinamarca apresenta o maior número de projetos, 330, que representam um investimento total de mais de 800 milhões de euros (GANGALE ET AL., 2017).

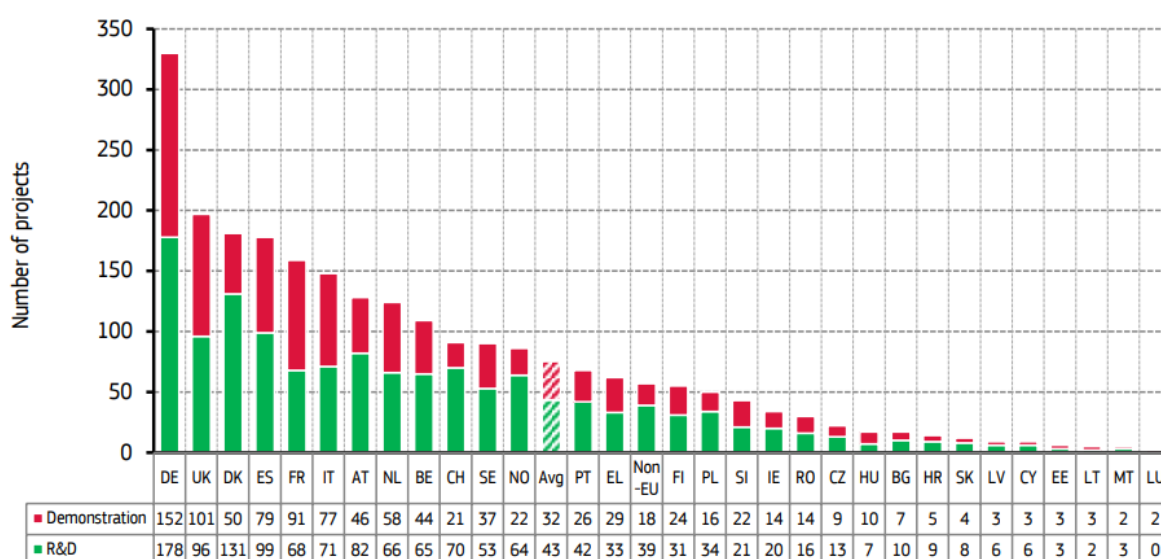


Figura 4 Número de projetos de redes inteligentes por país, 2017

Fonte: Gangale et al (2017)

Como projetos de grande destaque no mundo pode-se citar o *Telegestore* na Itália, país no qual foi implementado o 1º medidor inteligente no mundo pela multinacional ENEL em 2001 (ENEL, 2016a), e o projeto *EcoGrid* na Dinamarca, que ganhou reconhecimento mundial

principalmente pelo foco no envolvimento do consumidor. Esses projetos serão melhor discutidos nas seções a seguir.

2.2.1 Projeto *Telegestore* (Itália)

Em 2001, a multinacional Italiana ENEL começou a instalação de medidores eletrônicos em residências na Itália com o projeto *Telegestore*, 5 anos antes da regulação do país tornar obrigatória a troca dos medidores (ENEL, 2016b). O projeto consistiu em um sistema, na época inovador, para gerenciar de forma remota os medidores residenciais e comerciais conectados ao sistema de baixa tensão (BOTTE *ET AL.*, 2005). A empresa foi a primeira a introduzir os medidores inteligentes no mundo (ENEL, 2016a).

Como resultados dos investimentos em medição inteligente, automação da rede, gerenciamento da mão de obra e otimização dos processos, houve uma significativa melhoria na qualidade do fornecimento e no custo operacional da empresa. Essas melhorias são indicadas pela diminuição de 66% do indicador *SAIDI*, que representa a duração média de interrupção do fornecimento de energia, e de 40% no OPEX por cliente de 2001 a 2016 (ENEL, 2017). Como consequência, também houve uma redução de 29% no componente da tarifa dos consumidores referentes à parcela da distribuição de energia, apesar da tarifa total ter aumentado, devido a aumento nas outras parcelas que compõem a tarifa de energia, como o custo de geração e os encargos.

A experiência com o projeto na Itália permitiu à empresa implementar os medidores inteligentes também em outros países em que atua, como na Espanha, Chile e Brasil, com o projeto na cidade de Búzios, além de disponibilizar o know-how para o desenvolvimento das redes inteligentes em outros países da Europa, América Latina e Ásia (ENEL, 2016b).

2.2.2 Projeto *EcoGrid* (Dinamarca)

Na Dinamarca há diversos projetos de pesquisa e em escala de demonstração, como apresentado na **Figura 4** e cada um apresenta suas particularidades em tecnologias, modos de implementação e localização. Dentre os projetos, o *EcoGrid*, realizado na ilha de Bornholm ganhou reconhecimento mundial principalmente pela ação ligada diretamente ao envolvimento do consumidor (TRONG *ET AL.*, 2016). Este projeto foi conduzido entre 2011 e 2015 e

envolveu cerca de 2 mil clientes voluntários que se mostraram motivados no primeiro momento pela possibilidade de diminuição das contas de luz. Ao final do projeto a motivação financeira se mostrou secundária frente ao engajamento mostrado pelos participantes em relação ao meio ambiente e aos benefícios para a comunidade do local, como a visibilidade internacional positiva para a ilha.

O projeto buscou principalmente entender como a variação da tarifa em tempo real afetaria o mercado, com alta inserção de geração por fontes renováveis e participação ativa dos usuários. Os participantes foram divididos em dois grupos, sendo um deles com alterações manuais de consumo em relação à alteração do preço da tarifa e o outro com mudanças automáticas, com equipamentos como aquecedor e ar condicionado conectados ao sistema para auto ajustar em função da tarifa.

Como importantes conclusões do projeto foram indicadas a viabilidade de se reduzir o volume de consumo no horário de ponta com a aplicação da tarifa em tempo real e a possibilidade de projetar com maior certeza sobre a quantidade a ser consumida, melhorando a eficiência do sistema. Entre os principais fatores do sucesso foi destacada a essencial comunicação com os usuários desde o início do projeto até o final. Houve divulgação em grandes eventos públicos para a conscientização geral dos conceitos e benefícios da rede inteligente e importância do projeto *EcoGrid* para a ilha.

Entre as recomendações para implementação dos novos projetos está a necessidade de desenvolver melhor os modelos de negócio das empresas, tentando buscar sinergias com os serviços e as tecnologias, por exemplo. Além disso, para envolver mais o consumidor é necessário também um treinamento da equipe de suporte e de instalação com habilidades tanto técnicas quanto sociais e de comunicação (ECOGRID, 2017).

2.3 Panorama geral do setor elétrico Brasileiro

Atualmente, quase a totalidade das moradias do Brasil possui acesso à energia elétrica, de acordo com dados do Ranking de Competitividade dos Estados 2019, o qual mostra que 99,7% dos domicílios do país possuem esse acesso, variando de 96,96% no Acre a 99,99% no Rio de Janeiro (CLP, 2019). O total do consumo brasileiro é da ordem de 470 TWh, ocupando a 8ª posição mundial segundo a Agência Central de Inteligência (CIA, 2016). Nesta seção serão abordadas as características do setor elétrico brasileiro, com dados da matriz elétrica, qualidade de fornecimento, perdas, regulação do setor, alguns exemplos de projetos de redes inteligentes no país e a discussão atual sobre a geração distribuída no Brasil.

2.3.1 Matriz elétrica

Enquanto a matriz elétrica mundial ainda é majoritariamente composta por combustíveis fósseis, a brasileira possui mais de 80% de fontes de energia renováveis, principalmente devido à enorme geração nas usinas hidrelétricas, como representado na **Figura 5**.

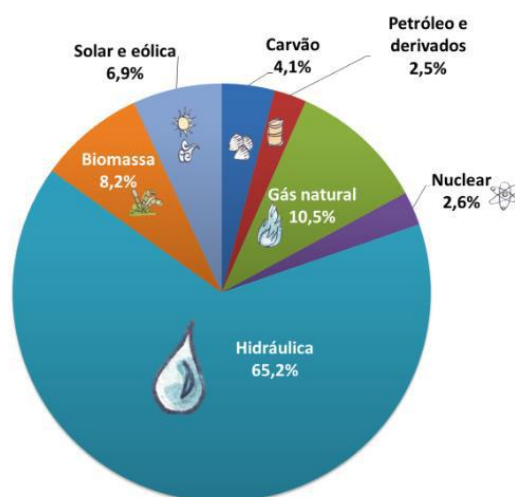


Figura 5 Matriz elétrica brasileira, 2017
Fonte: EPE (2019)

2.3.2 Qualidade do fornecimento

A qualidade do fornecimento da energia elétrica é avaliada, principalmente, pelos indicadores de DEC (Duração Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora) e FEC (Frequência Equivalente de Interrupção por Unidade Consumidora). No Brasil, o DEC e FEC anuais de 2018 foram 12,6 horas e 7,0 vezes respectivamente (ANEEL, 2019a). Comparando com alguns outros países, nota-se que esses valores ainda têm muito a melhorar. Em países da Europa, como Áustria e Suíça, o SAIDI (*System Average Interruption Duration Index*), que é um indicador análogo ao DEC no Brasil, é da ordem de apenas minutos; e o SAIFI (*System Average Interruption Frequency Index*), análogo ao FEC, é menor do que 1,0 interrupção ao ano (CEER, 2018).

2.3.3 Perdas de energia

Além da qualidade com bastante espaço para melhorias, o Brasil também tem grandes problemas com perdas de energia. Em 2018, as perdas totais no país foram equivalentes a todo

o consumo de energia elétrica das regiões Norte e Centro Oeste de 2016, atingindo aproximadamente 72 TWh. Essas perdas, que são a diferença entre a energia gerada e a que é de fato comercializada, podem ser de origem técnica ou comercial (não técnica).

As perdas técnicas representam a energia dissipada durante o transporte da geradora até os consumidores, como a transformação em energia térmica pelo efeito Joule, perdas nos transformadores, etc. Seu custo é definido a cada ano nos processos tarifários da reguladora ANEEL e dividido entre a geração e os consumidores.

Já as perdas não técnicas, também conhecidas como “gatos de luz”, são caracterizadas principalmente por furtos de energia por ligações clandestinas, fraudes de adulteração nos medidores de energia, erros de leitura, medição ou faturamento. A ANEEL também define quanto dos custos com as perdas não técnicas serão repassadas para os outros consumidores, levando em consideração aspectos socioeconômicos de cada área de concessão.

Esse problema com as perdas comerciais concentra-se principalmente no estado do Rio de Janeiro, que acumula quase um quarto de toda perda não-técnica do Brasil nas áreas de concessão de suas principais distribuidoras Light e Enel RJ, como está representado na **Figura 6**. Para a Light, o repasse das perdas não-técnicas representou 8,8% do valor das tarifas de energia elétrica em 2018 (ANEEL, 2019b), mostrando uma grande oportunidade de redução do valor da tarifa com o combate às perdas nessa região.

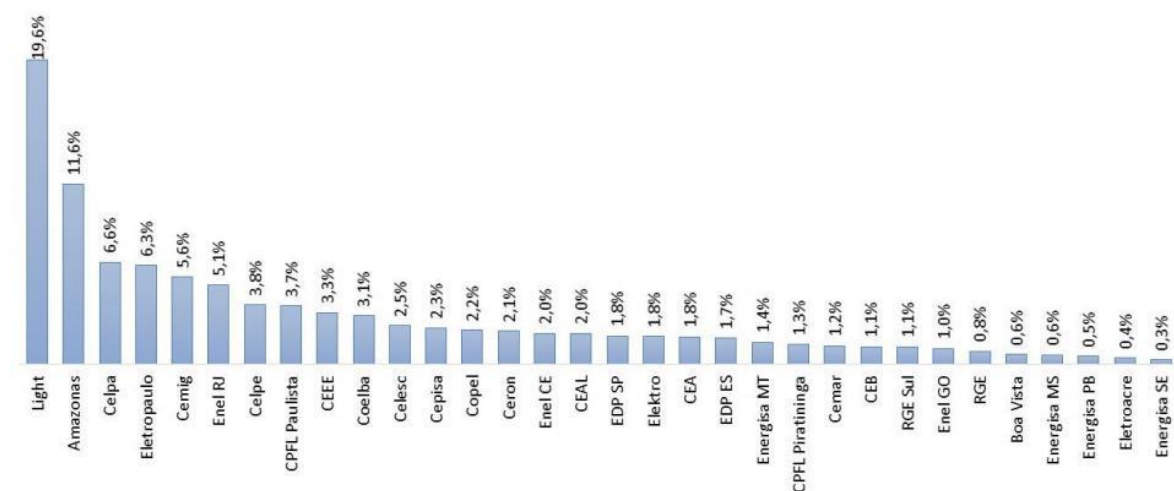


Figura 6 Participação das perdas não técnicas da empresa / total perdas não técnicas do país, 2018
Fonte: ANEEL (2019b)

2.3.4 Regulação do Setor Elétrico e Políticas Públicas

O setor elétrico brasileiro é regulado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), que define as regras para o serviço de energia, tanto para produção, transmissão, distribuição e comercialização; cria metas e limites para as empresas para garantir o equilíbrio e funcionamento do mercado; fiscaliza o fornecimento dos serviços; media conflitos e divergências entre os atores; gere programas de Pesquisa e Desenvolvimento e de Eficiência Energética, procurando incentivar programas que melhorem a qualidade e eficiência do setor; entre outras atividades (ANEEL, 2019c).

No contexto das redes inteligentes, a ANEEL tem demonstrado interesse em diminuir as barreiras existentes e incentivar o desenvolvimento das tecnologias de *smart grid* no Brasil. Como exemplos importantes pode-se destacar algumas consultas públicas relacionadas ao tema (Consultas Públicas nº015/2009; nº010/2017) e a Chamada Pública nº 011/2010 sobre o Projeto Estratégico de P&D – Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente, a ser apresentado na seção 2.3.5. Um outro exemplo relevante foi a criação do plano de ação Inova Energia, em parceria com o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), que financiou entre 2013 e 2016 três bilhões de reais para o desenvolvimento de projetos piloto e tecnologias associadas a redes inteligentes, geração de energia renovável e veículos híbridos (SANTO ET AL., 2015; BNDES, 2019). Porém, mesmo com essas iniciativas as empresas do setor acreditam que a regulação atual não favorece a substituição dos ativos existentes pelas novas tecnologias, principalmente dos ativos não completamente depreciados (EDP, 2017) e que existem outras barreiras tecnológicas e regulatórias para implantação em larga escala no país.

Em relação à diferente modalidade tarifária, atualmente existe a Tarifa Branca, que começou a ser aplicada em 2018 de forma opcional para os grandes consumidores (acima de 500 kWh) e a partir de janeiro de 2020 será aplicada aos demais consumidores residenciais, com exceção das unidades da subclasse de baixa renda³. Essa tarifa consiste em três diferentes preços (vermelha, amarela e verde) durante os dias úteis em função dos horários de ponta de consumo, sendo esse horário definido por cada distribuidora. A tarifa vermelha é aplicada no período de ponta, sendo mais cara; a tarifa amarela é um preço intermediário nas horas que precedem e sucedem o horário de ponta; e a tarifa verde é mais barata, aplicada ao restante do

³Folha de São Paulo, 2019. Consumidor residencial poderá pagar menos por energia fora do horário de pico. Disponível em <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/12/consumidor-residencial-podera-pagar-menos-por-energia-fora-de-horario-de-pico.shtml>>

dia. O consumidor necessita solicitar a modificação da tarifa à concessionária de energia, e esta fica responsável pela instalação do novo medidor que possibilita registrar o consumo nas diferentes partes do dia.

As políticas públicas não são competência da ANEEL, mas também são de extrema importância para o desenvolvimento das redes inteligentes no Brasil. De acordo com Dantas *et al.* (2018), não é esperado que o setor elétrico passe pela transição para as redes inteligentes por si só, pois a dinâmica do setor elétrico não favorece a competitividade e inovações tecnológicas devido aos monopólios naturais das áreas de concessão para as distribuidoras de energia, da intensa regulação e da remuneração por base de ativos. Os autores fizeram um estudo sobre o possível impacto da implementação de algumas políticas públicas no Brasil, definidas com base em revisão bibliográfica de experiências em outros países e opiniões de especialistas do ramo. Como conclusão, todas as políticas estudadas indicaram ter efeitos positivos para os objetivos apresentados, que incluíram beneficiar o meio ambiente, aumentar a flexibilidade da infraestrutura da rede e assegurar o fornecimento; diferenciando-se apenas pela prioridade de cada uma das políticas. Entre as políticas públicas mais relevantes para o contexto brasileiro atual pode-se destacar “Incentivo ao Gerenciamento da Demanda, Geração Distribuída e Estocagem”, “Mudanças Regulatórias que incitem Inovações no Setor Elétrico” e “Regulamentação de Novos Modelos de Negócios”.

2.3.5 Exemplos de REI no Brasil

O Projeto Estratégico de P&D – Programa Brasileiro de Rede Elétrica Inteligente realizado após a Chamada Pública nº 011/2010 da ANEEL contou com 9 projetos piloto distribuídos em sete Estados do país, como pode ser observado na **Figura 7**, sendo dois deles no Estado do Rio de Janeiro e dois em São Paulo. Os nomes destes projetos e localizações estão apresentados na **Tabela 3**.

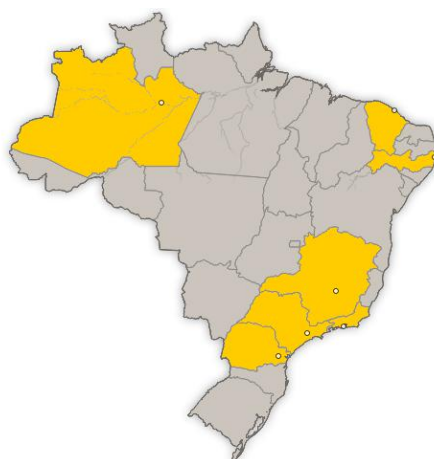


Figura 7 Projetos piloto - Programa Brasileiro de Redes Inteligentes
Fonte: Redes Inteligentes Brasil (2019)

Tabela 3 Projetos piloto de redes inteligentes no Brasil

Projeto	Estado	Cidade
Cidades do Futuro	MG	Cidade Sete Lagoas
Cidade Inteligente Búzios	RJ	Cidade de Búzios
Smart Grid Light	RJ	Cidade do Rio de Janeiro
Parintins	AM	Cidade de Parintins
Smart Grid	SP	Barueri e outras
InovCity	SP	Aparecida
Cidade Inteligente Aquiraz	CE	Cidade de Fortaleza
Paraná Smart Grid	PR	Curitiba
Arquipélago de Fernando de Noronha	CE	Ilha de Fernando de Noronha

Fonte: Redes Inteligentes Brasil (2019)

A experiência com esses projetos piloto indicou que ainda existem entraves tecnológicos, econômicos e regulatórios para implantação em larga escala das redes inteligentes no Brasil (PEREIRA & WEISS, 2017). Segundo Pereira & Weiss (2017), as tecnologias *smart* estão atualmente em contínuo desenvolvimento e aprimoramento, logo há uma grande incerteza decorrente ao rápido incremento de funcionalidades e performances em novos equipamentos, tornando os anteriores rapidamente obsoletos. Isto acaba adiando os investimentos das distribuidoras em tais equipamentos, por preferirem esperar que a tecnologia esteja mais consolidada para modernizar a rede com esse risco minimizado.

Além disso, há uma falta de desenvolvimento de tecnologias *smart grid* nacionais, fazendo com que as empresas sejam dependentes de importações e, assim, de um alto risco cambial. Em relação a regulação brasileira atual, há ainda um risco de que os investimentos em ativos com essas tecnologias acabem não sendo totalmente remunerados devido ao estilo de reconhecimento dos custos da ANEEL baseado em benchmarking, o que acaba não incentivando as empresas a trocarem seus equipamentos, principalmente aqueles não completamente depreciados.

Atualmente, a transição para as redes inteligentes não necessariamente resulta em uma diminuição na tarifa para o consumidor, apesar das possibilidades de diminuir os custos operacionais da empresa (PEREIRA & WEISS, 2017); o que também resulta em uma barreira no ponto de vista do consumidor. Uma possível alternativa para a transição brasileira, com foco principalmente em solucionar os problemas de perdas de energia no país, é sugerida por Gomes et al 2010 (GOMES ET AL, 2010 *apud* BENICIO, 2019). O modelo proposto consiste em uma arquitetura de redes inteligentes de baixa tensão sem se basear na troca dos medidores neste primeiro momento e sem grande envolvimento do consumidor, com automatização e modernização apenas das outras partes da rede. Nessa configuração não haveriam benefícios diretos aos consumidores em relação a aumento de participação e possibilidades de escolha, apenas os possíveis benefícios relacionados a diminuição do valor da tarifa devido à redução de perdas e de gastos operacionais das empresas que gerenciam as redes elétricas, e a melhoria na qualidade do fornecimento da energia.

2.3.6 Geração distribuída no Brasil

A geração distribuída no Brasil vem avançando nos últimos 2 anos, principalmente pelo subsídio existente atualmente, que viabiliza o investimento do consumidor em equipamentos de micro e mini geração, como painéis solares. Esse subsídio consiste, além da ausência de encargos, na não necessidade dos consumidores com geração distribuída pagarem pelo uso da rede de distribuição ao enviarem o excedente para a rede nos momentos de grande geração e receberem de volta nos períodos com maior consumo ou baixa geração. Esse subsídio atualmente vale até mesmo para os consumidores que dependem 100% dessa rede de distribuição, como nos casos da geração distribuída remota – geração que ocorre em local próximo e não no próprio local de consumo. Assim, os consumidores podem investir apenas na estrutura de geração, sem precisar investir em equipamentos de armazenamento de energia, por

terem a possibilidade de utilizar a rede de distribuição existente como uma espécie de “bateria” sem custos para tal operação.

Em 2019 foram instalados 1,3 GW em geração distribuída, fazendo com que a potência instalada acumulada ultrapassasse 2 GW⁴. Este valor ainda é bem baixo ao comparar com a potência instalada total de geração no Brasil - cerca de 170 GW (ANEEL, 2020) - mas 2019 mostrou um significativo avanço relativo ao ano anterior, de quase o triplo do valor instalado. No panorama atual, o Brasil possui 160 mil unidades de geração distribuída, sendo quase 159 mil delas micro ou mini geração por fonte solar fotovoltaica. A maior capacidade instalada no ano de 2019 foi na modalidade de geração na própria unidade consumidora (cerca de 1,1 GW), seguida da geração distribuída remota (0,2 GW). Em relação aos principais Estados que estão aderindo essa transição estão Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo, com 81 mil unidades no total⁴.

Em 2019, a ANEEL divulgou que iria rever as regras da geração distribuída a partir de 2020, como estava previsto no edital inicial, mas isso acabou gerando grande polêmica no setor. A mudança de regra foi interpretada pelos consumidores como uma “taxação do sol”, expressão que ganhou muita força e foi inclusive utilizada pelo presidente, que se posicionou fortemente contra a mudança⁵.

Diversos especialistas na área acreditam que esse subsídio é insustentável e injusto, pois acaba sendo bancado pelos outros consumidores que não têm condições de ter (ou não desejam ter) sua própria geração⁶. A previsão é que esse subsídio atinja 1 bilhão de reais em 2021⁷. Já outros especialistas acreditam que trocar a regra no momento irá frear consideravelmente essa mudança que é socialmente e ambientalmente favorável para o país⁸.

⁴ Brasil Energia, 2020. Geração Distribuída ultrapassa 2GW. Disponível em

<<https://energiahoje.editorabrazilenergia.com.br/geracao-distribuida-ultrapassa-2-gw/>> Acesso em Jan. 2020

⁵ Gazeta do povo, 2020. Aneel, distribuidoras, empresas de energia solar: quem é quem na guerra da “taxação do Sol”. Disponível em:

<<https://www.gazetadopovo.com.br/republica/personagens-briga-energia-solar-imposto-sol/>> Acesso em Jan. 2020

⁶ Brasil Energia, 2019. EDP defende remuneração da rede para geração distribuída. Disponível em

<<https://energiahoje.editorabrazilenergia.com.br/edp-defende-remuneracao-da-rede-para-geracao-distribuida/>> Acesso em Jan. 2020

⁷ UOL, 2019. Subsídio a painéis solares chegará a R\$ 1 bilhão em 2 anos. Disponível em: <

<https://economia.uol.com.br/noticias/estadao-conteudo/2019/11/18/subsidio-a-painéis-solares-chegara-a-r-1-bilhao-em-2-anos.htm>> Acesso em Jan. 2020

⁸ Brasil Energia, 2019. Prioridades para o setor solar em 2020. Disponível em

<<https://energiahoje.editorabrazilenergia.com.br/prioridades-para-o-setor-solar-em-2020/>> Acesso em Jan. 2020

3. METODOLOGIA

Como o objetivo deste trabalho é identificar a percepção dos consumidores a respeito da introdução de redes elétricas inteligentes no Brasil e as possíveis barreiras existentes para este avanço, foi escolhida uma abordagem qualitativa para lidar diretamente com o ator do estudo, compreendendo suas opiniões. Assim, foi elaborado um questionário online com base nos principais conceitos identificados durante a pesquisa bibliográfica, validado e submetido online, e suas respostas analisadas. As etapas da metodologia estão estruturadas na **Figura 8**.

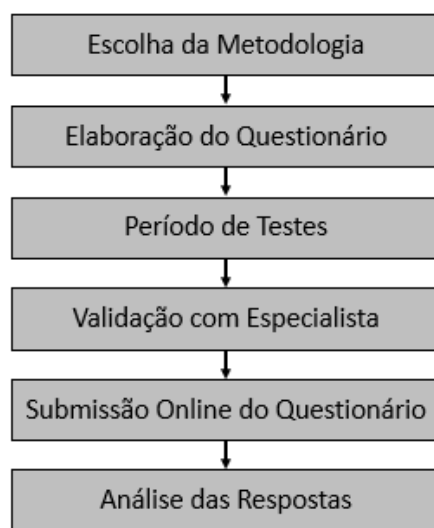


Figura 8 Etapas da metodologia

3.1 Escolha da metodologia

Um questionário é caracterizado por um conjunto de questões que possuem o objetivo de obter informações sobre conhecimentos, valores, interesses, expectativas, comportamento etc. de um determinado grupo de pessoas (GIL, 2008), que devem ser respondidas por escrito sem a presença de um entrevistador (MARCONI & LAKATOS, 1992). Esta metodologia apresenta algumas desvantagens, resumidas na **Tabela 4**.

Sabendo dessas desvantagens, algumas ações foram tomadas para minimizar possíveis erros obtidos durante a pesquisa. Entre elas destacam-se a marcação de “questão obrigatória” em todos os itens para que o sistema só permitisse o envio da resposta do questionário caso todas as perguntas tivessem sido preenchidas, o envio de uma versão de testes a um pequeno

grupo de pessoas antes de iniciar a divulgação geral, a validação com um especialista na área e a adição de duas perguntas com ideias opostas para avaliar a consistência das respostas.

Tabela 4 Desvantagens do uso de questionário em pesquisas

a)	Percentagem pequena de retorno dos questionários preenchidos
b)	Grande número de perguntas sem respostas
c)	Não pode ser aplicado a pessoas analfabetas
d)	Impossibilidade de ajudar o informante em questões mal compreendidas
e)	A dificuldade de compreensão, por parte dos informantes, leva a uma uniformidade aparente
f)	Na leitura de todas as perguntas, antes de respondê-las, pode uma questão influenciar a outra
g)	A devolução tardia prejudica o calendário ou sua utilização
h)	O desconhecimento das circunstâncias em que foram preenchidos torna difícil o controle e a verificação
i)	Nem sempre é o escolhido quem responde ao questionário, invalidando, portanto, as questões
j)	Exige um universo mais homogêneo

Fonte: Adaptado de José *et al.* (2016)

Apesar dos lados negativos citados, esta metodologia também possui diversas vantagens, que foram essenciais para a escolha da mesma para o presente estudo. Por exemplo, a possibilidade de abranger uma maior área geográfica e diferentes pessoas, além de maior sinceridade e liberdade nas respostas por ser anônimo (JOSÉ *ET AL.*, 2016). A **Tabela 5** apresenta as principais vantagens do questionário.

Tabela 5 Vantagens do uso de questionário em pesquisas

a)	Economiza tempo, viagens e obtém grande número de dados
b)	Atinge maior número de pessoas simultaneamente.
c)	Abrange uma área geográfica mais ampla.
d)	Economiza pessoal, tanto em adestramento quanto em trabalho de campo

e)	Obtém respostas mais rápidas e mais precisas.
f)	Há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato
g)	Há mais segurança, pelo fato de as respostas não serem identificadas
h)	Há menos risco de distorção, pela não influência do pesquisador.
i)	Há mais tempo para responder e em hora mais favorável.
j)	Há mais uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal do instrumento
k)	Obtém respostas que materialmente seriam inacessíveis

Adaptado de José et al. (2016)

3.2 Elaboração do Questionário

O questionário foi elaborado na plataforma gratuita *Formulários Google*, acessada no link <<https://docs.google.com/forms/u/0/>>. Através desta plataforma é possível personalizar as perguntas e opções de resposta como múltipla escolha, listas suspensas e escalas lineares, além de diferentes cores e imagens na pesquisa (GOOGLE, 2019). Quando finalizada a personalização do questionário, o site disponibiliza um link para compartilhamento das perguntas e o editor responsável pelo questionário consegue observar o andamento das respostas em tempo real.

Para este trabalho, foi personalizado um questionário composto por 6 perguntas de identificação do perfil dos consumidores pesquisados e 4 blocos de perguntas em escala Likert⁹ de 5 níveis, totalizando 23 itens a serem respondidos. Como citado anteriormente, todas as questões foram marcadas como obrigatórias para o envio da resposta do questionário, que se encontra completo no ANEXO.

A parte de identificação do perfil dos respondentes (questões de 1 a 6), foi desenvolvida buscando compreender melhor o espaço amostral dos pesquisados e entender possíveis influências e similaridades nas respostas. Nela foram adicionadas perguntas sobre o Estado no qual a pessoa reside, tipo de residência, se ela é a responsável pela conta de luz, se já possui um gerador elétrico ou acesso à informação sobre seu consumo em tempo real.

⁹ A Escala Likert, desenvolvida por Rensis Likert em 1932, consiste em afirmações que possuem como opções de resposta o grau de concordância dos respondentes em relação a elas. A escala original possui 5 níveis de concordância, variando desde “discordo totalmente” até “concordo totalmente” (JÚNIOR & COSTA, 2014)

Para a segunda parte do questionário (questões de 7 a 10) foi escolhida a escala original de Likert, de 5 níveis, como apresentada na **Tabela 6**.

Tabela 6 Níveis da Escala de Likert

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
--------------------------------	----------------------------------	--------------------------------------	----------------------------------	--------------------------------

As perguntas contendo essa escala foram agrupadas em 4 blocos por possuírem ideias semelhantes. Os blocos foram denominados:

1. Conhecimento do Tema
2. Satisfação
3. Desejo de Mudança
4. Resistência

O bloco “Conhecimento do Tema” foi construído para entender se os consumidores estão familiarizados com os conceitos de redes inteligentes e geração distribuída, com diferença prática entre os diferentes tipos de medidores e com a ideia de que as contas de luz acabam ficando mais caras devido a enorme quantidade de furtos de energia no país. Este bloco é importante para compreender sobre a inclusão e conhecimento efetivo da população nesta transição que já começou a ocorrer no país, conhecimento este identificado em outros países como essencial para evitar barreiras e frustrações futuras, discutido na seção 2.1.5.

No bloco “Satisfação”, foram incluídas questões sobre a satisfação do consumidor em relação à qualidade do fornecimento de energia elétrica atual, tempo de reestabelecimento quando há uma queda de luz, preços atuais da tarifa e quantidade de informações sobre seu consumo. Com este bloco, pretende-se ver se há concordância dos respondentes quanto a satisfação da rede atual.

Para o bloco “Desejo de Mudança”, foram pensadas questões sobre os benefícios da transição para as redes inteligentes, enunciadas nas seções 2.1.1, 2.1.2 e 2.1.3. Neste bloco, foram adicionadas perguntas sobre a vontade do respondente de ter um gerador elétrico em sua residência (ou de continuar tendo, para o caso daqueles que informaram que já possuem), sobre a utilidade de consultar o seu consumo em tempo real, sobre possibilidade de pagar um pouco mais por um novo medidor que possibilitaria o benefício de maiores informações sobre o consumo e sobre a importância da empresa ter maior controle sobre os furtos de energia na rede

elétrica, na opinião do consumidor. Também foi colocada uma questão para entender se o benefício ambiental seria um motivador para a população, perguntando se elas acetariam pagar um pouco mais se isso significasse uma mudança positiva para o meio ambiente.

O bloco de “Resistência” foi desenvolvido com base na seção 2.1.4, para entender se algum dos problemas encontrados na literatura são de fato potenciais barreiras para a implementação das redes inteligentes no Brasil. Foram incluídas perguntas a respeito da falta de confiança em medidores eletrônicos, sobre a ideia de que a frequência emitida pelo aparelho pode vir a trazer males à saúde e sobre o sentimento de invasão de privacidade caso a empresa de energia tenha acesso a maior quantidade de dados sobre o consumo da residência. Neste último bloco também foi adicionada a pergunta com ideia oposta à uma do bloco anterior, com o objetivo de ver a consistência das respostas. Uma delas afirma que independente das comodidades tecnológicas acrescentadas, o consumidor não deseja pagar nada a mais pela conta de luz, enquanto na outra pergunta o consumidor diz achar justo pagar um pouco a mais pela troca para um medidor inteligente.

3.3 Período de testes

Uma primeira versão de teste foi enviada a 10 consumidores para avaliar se as perguntas estavam claras e objetivas, se o tempo de resposta estava adequado e se o questionário possuía algum tipo de erro de formatação ou interpretação, objetivando diminuir os possíveis erros destacados na **Tabela 4**. Durante este pequeno período de teste, foi identificada uma possível falha de comunicação na Questão 3. Esta possuía o objetivo de identificar o tipo de medidor presente na residência do consumidor pesquisado, para saber se já havia sido modificado para o digital. Porém, foi percebido que muitos consumidores que não conhecem muito do tema poderiam confundir os diferentes tipos de medidores, respondendo de forma equivocada e levando a uma análise inconsistente. Assim, a pergunta foi alterada de “Qual o tipo de medidor você possui em sua residência?”, para um dos benefícios da troca do medidor para o digital: “Você tem acesso à informação sobre o seu consumo de energia elétrica em tempo real?”.

3.4 Validação com especialistas e submissão online

Em seguida a modificação realizada durante o período de testes, o questionário foi enviado para validação de um especialista da área, doutor em Engenharia Elétrica. Após obtida

sua resposta positiva, a versão final do questionário começou a ser divulgada para o público geral, por meio de redes sociais. O questionário completo, como foi divulgado, está disponível no link <<https://forms.gle/NZdwNn1CxoTj5P3w7>>.

Após uma semana, ao verificar a pausa no recebimento de respostas, como observado na **Figura 9**, foi extraída uma planilha em Excel para análise dos dados obtidos. O questionário ficou disponível para o recebimento de respostas durante o período do dia 7 a 13 de outubro de 2019.

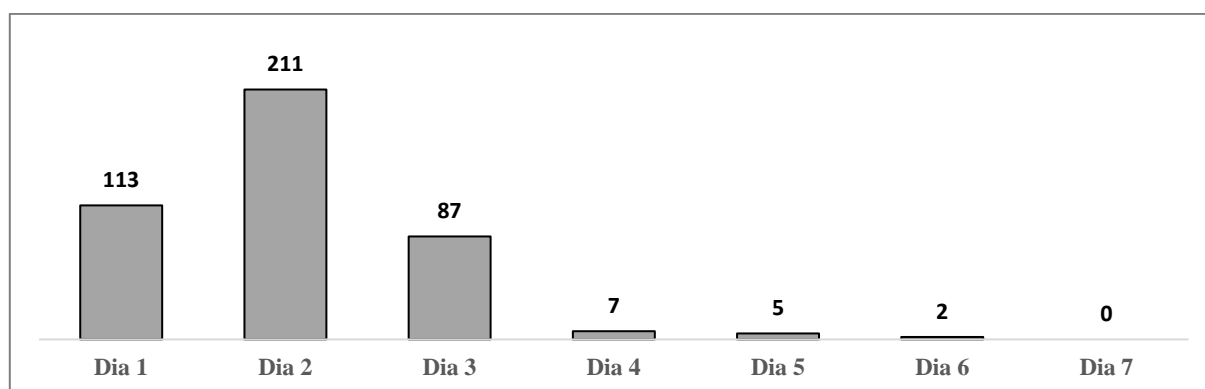


Figura 9 Taxa de recebimento das respostas do questionário

3.5 Análise das Respostas

Foram recebidas 425 respostas ao final da semana de divulgação. Primeiramente, foram excluídas aquelas consideradas inconsistentes, por apresentarem resposta “concordo totalmente” tanto para afirmação “acho justo pagar um pouco mais na conta de luz pela transição para um medidor digital, que possibilitaria ter maiores informações sobre meu consumo de energia” quanto “não desejo pagar a mais pela conta de luz, não importam as comodidades tecnológicas acrescentadas”. Foram eliminadas 7 respostas nesse filtro.

Com as 418 respostas restantes, foi feita uma caracterização do espaço amostral, buscando entender o perfil dos respondentes. Nesta etapa, foram organizadas as respostas para as primeiras perguntas do questionário, de identificação dos consumidores, para compreender se havia um perfil mais comum entre respondentes do questionário.

Em seguida, foi realizada uma análise global com todas as respostas da parte de escala Likert, por meio de gráficos elaborados no Excel, para avaliar a perspectiva geral dos consumidores. Nesta etapa, foi identificada a necessidade de melhor detalhamento relacionado ao conhecimento do tema e à resistência, que foi realizado em seguida. Por último, foi feito um

comparativo das respostas daqueles que são os responsáveis pelas contas de luz com aqueles que são apenas usuários, para observar se houve diferença na percepção.

As etapas da análise das respostas estão representadas no esquema da **Figura 10**.

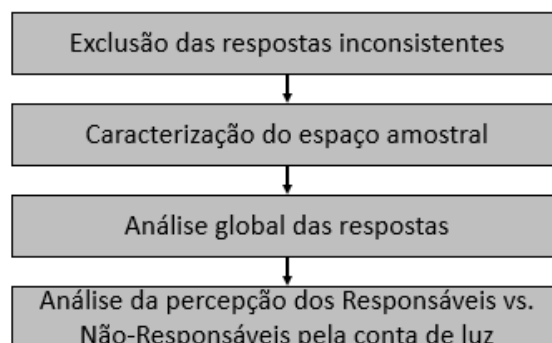


Figura 10 Etapas da análise das respostas

A Escala Likert utilizada no questionário é uma escala ordinal. Esta escala é caracterizada por níveis que possuem característica qualitativa e, além disso, obedecem a uma sequência com significado (REIS *ET AL.*, 2015). No caso da escala Likert, essa sequência se dá pelo o grau de concordância com a afirmação. Porém, essa escala não pode ser tratada como uma escala intervalar, pois os intervalos entre os diferentes níveis não são comparáveis. Para cada respondente, a diferença entre dois níveis consecutivos, como “concordo totalmente” e “concordo parcialmente” pode ser diferente da existente entre dois outros níveis sequenciais, como “concordo parcialmente” e “não concordo nem discordo”. Isso pode variar com a interpretação de cada indivíduo ao responder o questionário.

Como consequência da interpretação dessa escala como ordinal e não intervalar, é inválida a utilização de quaisquer técnicas paramétricas nas análises, como cálculo de médias, desvios padrão, etc. Essa interpretação da Escala Likert como ordinal é defendida por diversos autores, como Jamieson (2004) e Osinski & Bruno (1998) identificaram.

Na escala ordinal, apesar de não ser possível usar métodos paramétricos, para fins de processamento de dados e análises pode-se associar números às diferentes categorias, podendo ser feita qualquer atribuição numérica, desde que obedeça à ordem determinada pelo significado das categorias (SIEGEL & CASTELLAN JR., 2006). Sendo assim, foram atribuídos genericamente os valores de 1 a 5 para a escala utilizada no questionário, como descrito na **Tabela 7**.

Tabela 7 Associação numérica para escala utilizada

Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
1	2	3	4	5

Seguindo essa interpretação, para as etapas de “Análise global das respostas” e “Comparativo de respostas dos Responsáveis vs. não-responsáveis pela conta de luz”, a estatística utilizada para os cálculos de tendência central das respostas foi a mediana, a qual não é afetada pelos números escolhidos para serem associados aos níveis, sendo, portanto, a técnica mais adequada para descrever o centro na escala ordinal trabalhada (SIEGEL & CASTELLAN JR., 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as 418 respostas obtidas após o filtro descrito na metodologia, foram realizadas as análises dos resultados obtidos, as quais serão apresentadas no presente capítulo. Inicialmente será apresentada a caracterização do perfil dos respondentes, para ser possível compreender melhor quais características são mais comuns entre os participantes da pesquisa. Depois será apresentada a análise global com todas as respostas, com uma comparação em relação ao conhecimento do tema e outra em relação a resistência ao aumento do preço. Por último, uma análise comparativa das respostas dos responsáveis pela conta de luz com os não-responsáveis pela conta, para avaliar se há diferença na percepção.

4.1 Caracterização do Perfil dos Respondentes

O questionário alcançou respondentes de 13 diferentes Estados brasileiros. Apesar da quantidade de respostas obtidas nos estados além do Rio de Janeiro não ser representativa, estas foram mantidas na análise por estarem dentro do perfil do estudo – consumidores brasileiros. A **Tabela 8** apresenta a quantidade de respostas obtidas por Estado.

Tabela 8 Número de respostas obtidas por Estado

Estado	Nº de respostas
Rio de Janeiro (RJ)	395
Rio Grande do Norte (RN)	5
Distrito Federal (DF)	3
Minas Gerais (MG)	3
São Paulo (SP)	3
Espírito Santo (ES)	2
Acre (AC)	1
Amazonas (AM)	1
Bahia (BA)	1
Ceará (CE)	1
Goiás (GO)	1
Paraíba (PB)	1
Santa Catarina (SC)	1

A grande maioria dos respondentes não gera energia elétrica para seu consumo (93%) e 88% acham útil ter acesso em tempo real à informação sobre seu consumo, apesar de apenas 15% afirmarem ter esse acesso. A **Figura 11** traz as respostas da pergunta sobre o acesso ao consumo em tempo real. A grande quantidade de pessoas que não sabe se possui essa informação (34%) mostra uma falta de conhecimento e envolvimento da população nesse aspecto.

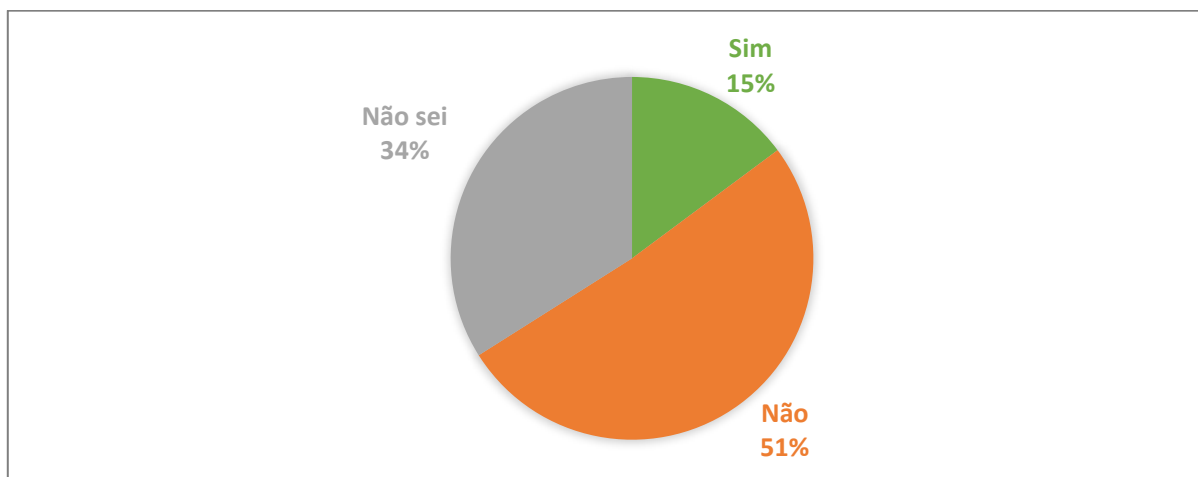


Figura 11 Respostas da pergunta “Você tem acesso à informação sobre o seu consumo de energia elétrica em tempo real?”

A **Tabela 9** apresenta as informações sobre o tipo de residência dos respondentes, se a pessoa é responsável pela conta de luz e se ela possui acesso à informação sobre o consumo em tempo real. É possível observar que o perfil que mais se repete nas respostas é de um morador de apartamento, que não é responsável pela conta de luz e não possui acesso a tal informação. Esse grupo representa uma parcela de 22% do espaço amostral, destacado em laranja na tabela. Outro grupo também relevante, representando 18% do total, são pessoas que moram em apartamento, não são as responsáveis pela conta de luz e não sabem se possuem acesso ao consumo, marcado em azul.

Em relação ao comportamento das pessoas quando falta luz, 67% sinalizou que possui o hábito de ligar em algum momento para a companhia de luz quando ocorre a queda do fornecimento, como mostra a soma das respostas “Sim, ligo assim que falta luz” e “Ligo apenas se demorar para voltar” na **Figura 12**. Isto indica que, na transição para as redes inteligentes, passar a informação de falhas de fornecimento automaticamente para a central de controle afetará positivamente um grande número de pessoas, que não precisarão mais ligar nessas ocasiões. Serão beneficiados tanto os 17% de respondentes que disseram ligar no momento que

falta luz, por não ser mais necessária esta ação para a empresa ter conhecimento da falha; quanto os 50% que disseram ligar depois, pois com uma detecção mais rápida do momento e motivo da falha, o tempo de restauração tende a ser menor, como ocorrido na Itália que diminuiu em 66% seu tempo médio de interrupção (ver seção 2.2.1).

Tabela 9 N° de respostas por tipo de residência, responsabilidade da conta de luz e acesso à informação sobre o consumo em tempo real

Tipo de residência	Responsável pela conta de luz	Acesso à informação sobre o consumo em tempo real
Apartamento 264	Sim 76	Sim-16
		Não – 46
		Não sei- 14
	Não 188	Sim-20
		Não – 92
		Não sei – 76
Casa 141	Sim 20	Sim-6
		Não-9
		Não sei – 5
	Não 121	Sim-19
		Não-58
		Não sei – 44
Outro 13	Sim 1	Sim-1
		Não-0
		Não sei – 0
	Não 12	Sim-0
		Não-9
		Não sei - 3

Porém, para o grupo que liga para a distribuidora de energia no momento da falha ser de fato beneficiado ao ocorrer a mudança na arquitetura da rede, é necessário que a informação dessa mudança chegue até ele. Na próxima seção serão analisadas as respostas de todos os participantes para compreender melhor o grau de conhecimento sobre o tema, satisfação com a rede atual, desejo de mudança e possíveis resistências à transição.

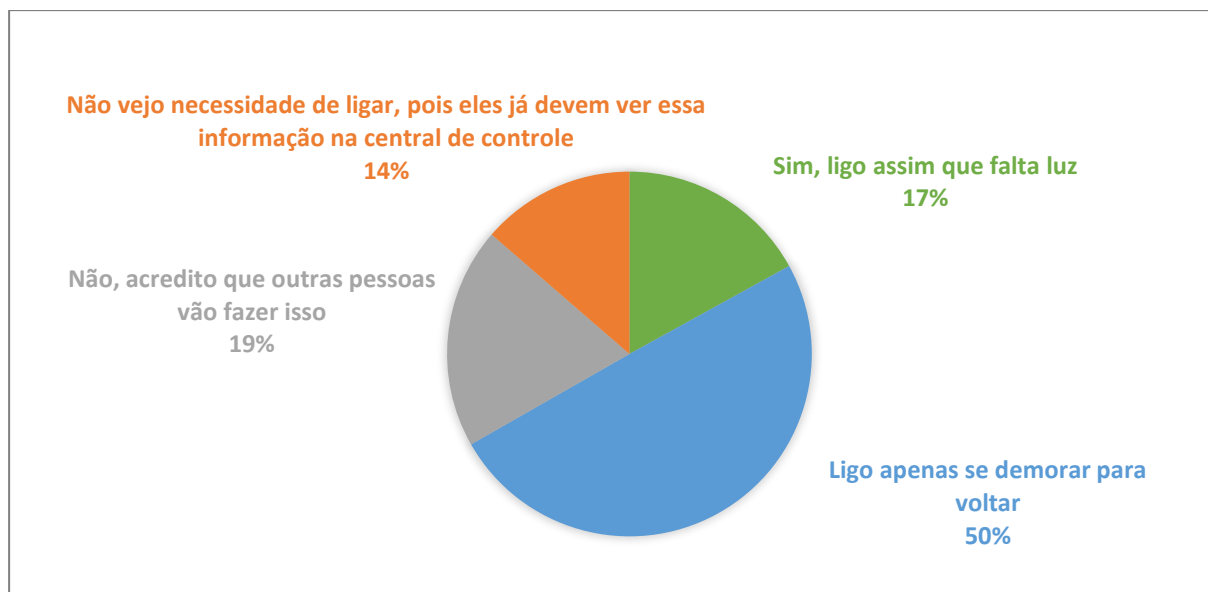


Figura 12 Respostas para a pergunta "Quando há interrupção do fornecimento (falta luz) você liga para a sua empresa de luz para informá-los / reclamar?"

4.2 Análise global das respostas

Esta seção traz as análises das respostas sobre o grau de concordância dos respondentes, considerando todas as 418 respostas obtidas. As respostas de cada pergunta dos 4 blocos foram analisadas individualmente e depois foram observadas as tendências centrais de cada bloco.

A **Figura 13** mostra as respostas do bloco “Conhecimento do Tema”. Elas indicam que grande parte dos respondentes não conhece os conceitos de redes elétricas inteligentes, de geração distribuída e nem a diferença prática entre os medidores, apesar de demonstrarem conhecimento da relação entre as perdas de energia e o aumento da conta de luz. Essa falta de conhecimento sobre o tema pode vir a ser uma barreira para implementação dos equipamentos inteligentes, como apresentado na seção 2.1.5, nos estudos de Krishnamurti *et al.* (2012) e Park *et al.* (2017). A mediana das respostas sobre o conhecimento da diferença prática entre o medidor analógico e digital foi “Não concordo nem discordo”, isso sugere que a população não possui conhecimento suficiente para entender a utilidade da troca de seus medidores, podendo ser contra a mudança por achar que não vai fazer diferença, ou criar uma expectativa muito superior às funcionalidades corretas no novo medidor e futuras frustrações.

Outro resultado interessante nas respostas deste primeiro bloco de perguntas foi sobre a geração distribuída. Apesar de 65% do total de respondentes ter demonstrado interesse em ter o próprio gerador em casa, apenas 27% demonstraram ter conhecimento (total ou parcial) sobre a geração distribuída. Isso indica que uma maior difusão de informação sobre essa possibilidade

pode beneficiar também um grande número de pessoas, que poderão avaliar melhor a implementação desse desejo de ter seu próprio gerador. Por último, a pergunta sobre os “gatos de energia”, apesar de não estar diretamente relacionada com o tema redes inteligentes, mostrou que a grande maioria dos participantes (88%) tem conhecimento sobre o contexto atual de aumento nas contas de luz decorrentes do grande número de furtos de energia no país.

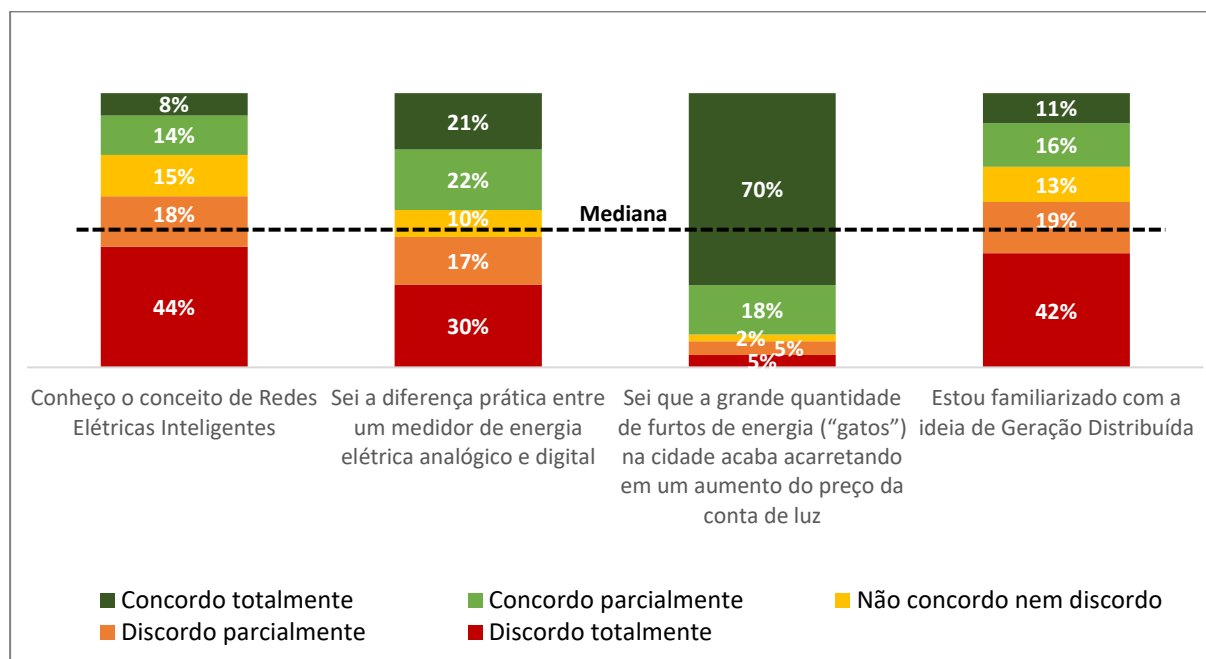


Figura 13 Respostas do bloco "Conhecimento do Tema"

Em relação à satisfação dos usuários quanto a qualidade do fornecimento e do tempo de solução da queda de energia atuais, as respostas foram bem variadas, sendo as medianas “Não concordo nem discordo”. Observa-se, assim, que apesar da qualidade da rede ser um grande problema para alguns usuários, esse não é um problema para a maioria. Dentre os aspectos perguntados, o fator que gera maior insatisfação entre os consumidores é o valor da tarifa, o qual a maioria respondeu que discorda totalmente ou parcialmente que o preço atual da conta é justo. Como discutido na seção 2.3.5, atualmente no Brasil essa modernização da rede não necessariamente significa uma diminuição na tarifa, o que poderia impactar negativamente esses consumidores que já estão insatisfeitos com o valor atual. As respostas do bloco “Satisfação” estão representadas na **Figura 14**.

Além do mencionado anteriormente, as pessoas demonstraram insatisfação em relação a quantidade de informações sobre seu consumo, em que grande parte não acha que tem informação suficiente, resultando na mediana “Discordo Parcialmente”. Com a troca dos

medidores para os digitais, há possibilidade de melhorar essa percepção. Dentre as pessoas que concordam totalmente que têm boa quantidade de informação sobre o consumo, metade disse que já possui acesso ao consumo em tempo real.

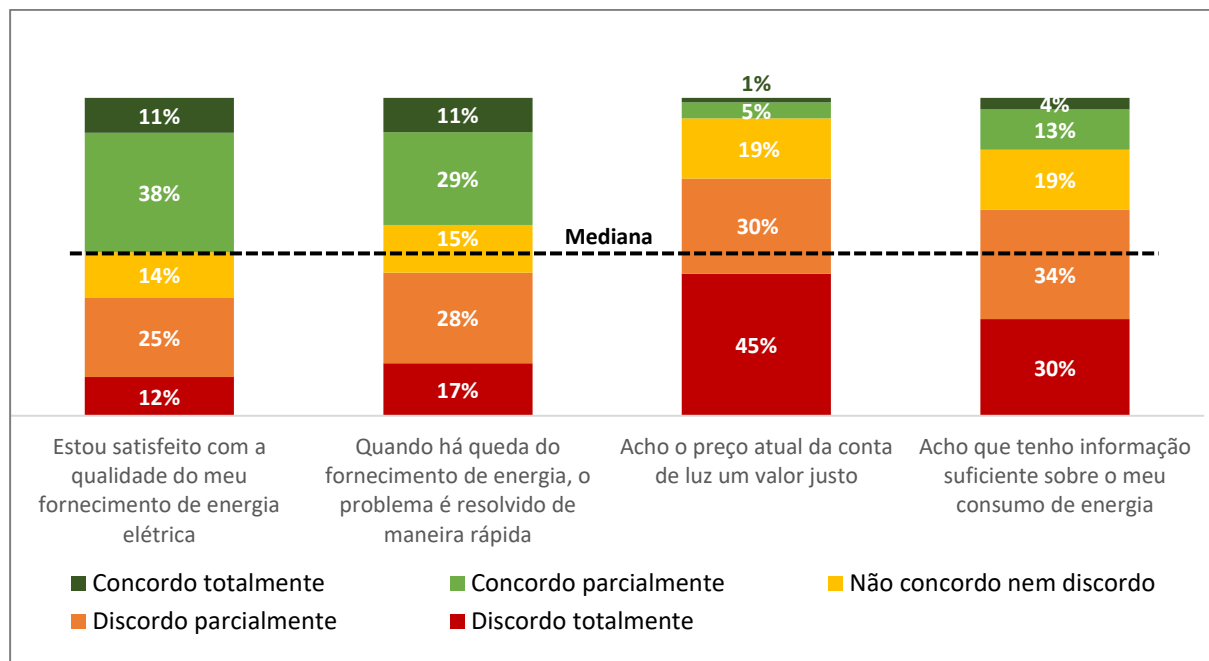


Figura 14 Respostas do bloco "Satisfação"

As respostas do bloco “Desejo de Mudança” (**Figura 15**) mostram um forte interesse nas comodidades tecnológicas permitidas pela REI, como a possibilidade de um maior combate aos furtos de energia e a utilidade de ter acesso à informação do consumo em tempo real, desde que isso não signifique um aumento nos preços. Apesar do combate efetivo às perdas de energia resultarem em uma diminuição da tarifa, este efeito só terá resultado no longo prazo, enquanto a troca dos medidores pode acarretar um aumento dos preços no curto prazo. Os resultados deste bloco reforçam que a questão do preço pode ser uma barreira para os consumidores.

Apesar de também estar relacionada com aumento no preço, a maioria dos participantes concordou (total ou parcialmente) que estaria disposto a pagar um pouco a mais, caso a mudança representasse algo positivo ao meio ambiente. Isso indica uma oportunidade de abordar o tema redes inteligentes pelo viés ambiental para diminuir as barreiras de preço existentes.

Observa-se neste bloco também que, apesar de 93% dos respondentes dizerem que não geram energia elétrica para seu consumo (seção 4.1), 65% manifestaram interesse em ter seu próprio gerador, concordando totalmente ou parcialmente com a afirmação sobre ter vontade

de ter o gerador ganhando desconto na conta de luz. Isso indica uma forte oportunidade de crescimento da geração distribuída.

A alta concordância com o desejo de mudança é algo positivo para a transição, pois como apresentado nos trabalhos dos autores Verbong *et al.* (2013) e Vasconcelos (2008) a aceitação dos usuários em relação ao tema e possibilidade de mudança de rotina são essenciais para o sucesso das redes inteligentes.

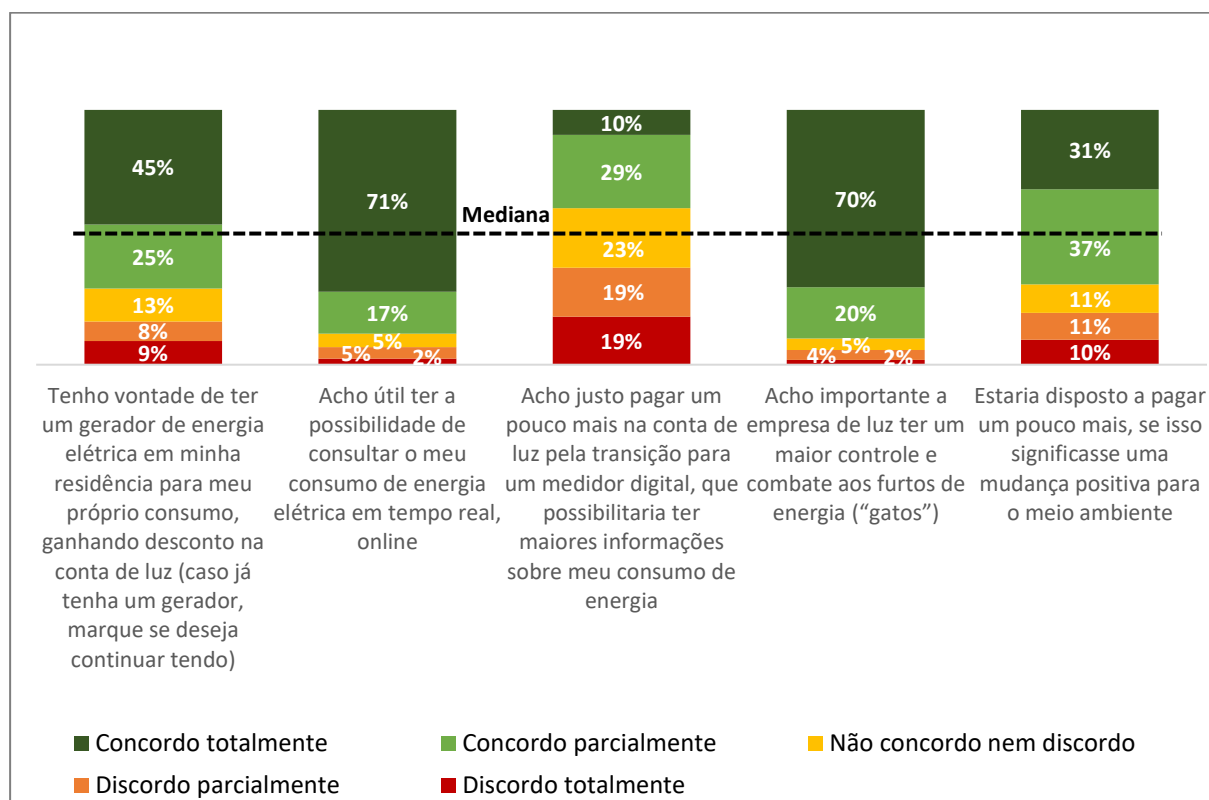


Figura 15 Respostas do bloco "Desejo de Mudança"

Os resultados obtidos no bloco "Resistência", representados na **Figura 16**, indicam que, diferente do ocorrido na Califórnia citado na seção 2.1.4 e do apresentado por Milchram (2018), a resistência à transição para os medidores inteligentes não aparenta ser tão forte. Algumas pessoas responderam que acreditam que os medidores digitais podem ser prejudiciais à saúde e que gerar um relatório de suas atividades seja uma invasão de privacidade, mas estas pessoas são minoria. No caso da resistência em relação à maior facilidade de adulterar e hackear os medidores digitais, apesar de também ser baixa, observa-se que é um pouco maior do que as duas citadas anteriormente. Isso mostra a importância do contínuo desenvolvimento dos aparelhos para garantir a segurança dos usuários, mostrando a eles os reais potenciais e riscos de sua utilização.

A pergunta desse bloco que indica um maior possível empecilho na transição é o aumento dos preços causados pela troca dos medidores, mesmo que apenas no curto prazo, como também identificado nos blocos anteriores. Porém, dessas pessoas que marcaram que não desejam pagar a mais por mudanças tecnológicas (parcialmente ou totalmente), 46% responderam que pagariam a mais por uma mudança positiva ao meio ambiente. Isso indica novamente que uma possível abordagem para minimizar o problema seria um foco na melhoria para o meio ambiente que a transição pode acarretar, ao invés das comodidades tecnológicas.

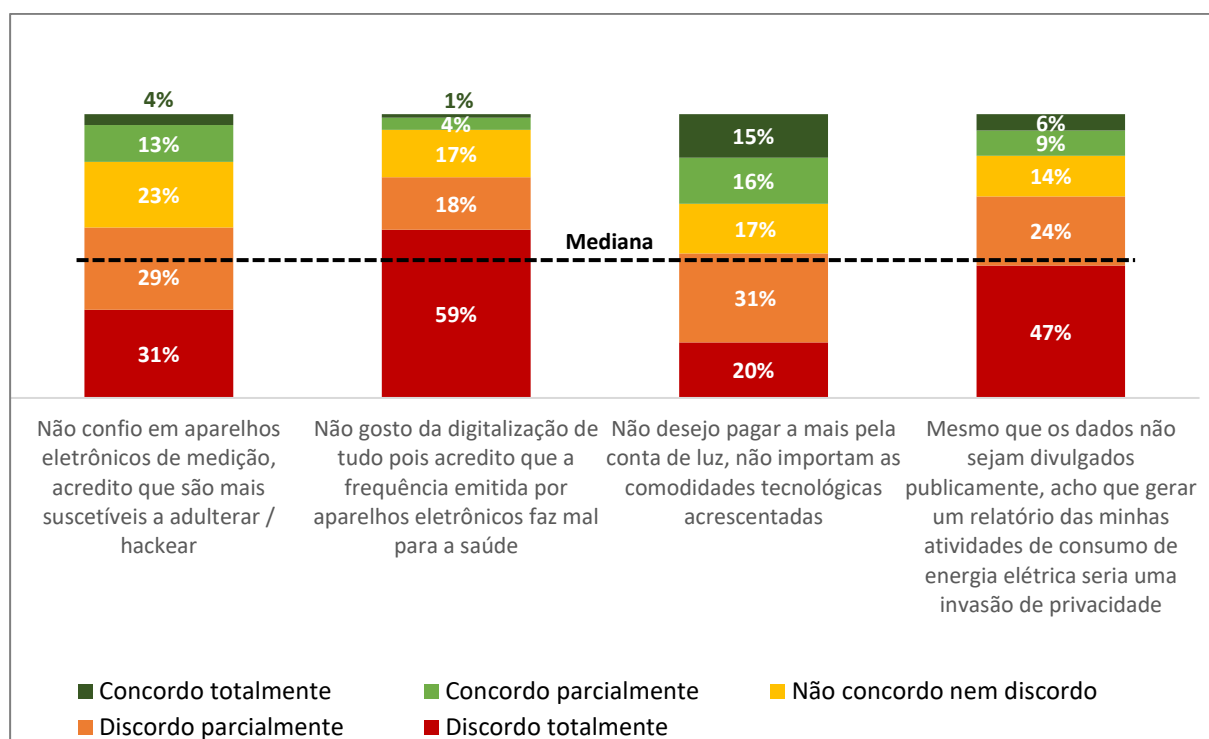


Figura 16 Respostas do bloco “Resistência”

A **Figura 17** traz um resumo de todas as respostas dos blocos, com exceção da pergunta sobre a relação dos furtos de energia com o aumento dos preços no bloco “Conhecimento do Tema”, pois não está diretamente relacionada ao conhecimento sobre o tema redes inteligentes e sim sobre um aspecto atual de tarifação. Assim, é possível analisar que no geral, os usuários:

- Não possuem muito conhecimento acerca do tema redes inteligentes;
- Não estão completamente satisfeitos com a rede atual;
- Possuem o desejo de mudança;
- Não possuem alta resistência à transição.

Essa combinação de resultados sobre a satisfação, desejo de mudança e baixa resistência é um indicador positivo para a transição. Porém, a falta de conhecimento dos usuários com o tema, alinhado com a resistência em relação ao aumento dos preços pode ser uma forte barreira para o avanço e sucesso da implementação das redes inteligentes. Assim, torna-se necessária uma análise mais específica de como o grau de conhecimento sobre o tema e a resistência existente em relação ao preço influenciam na percepção das outras respostas do questionário. As seções a seguir apresentam cada uma dessas duas análises.

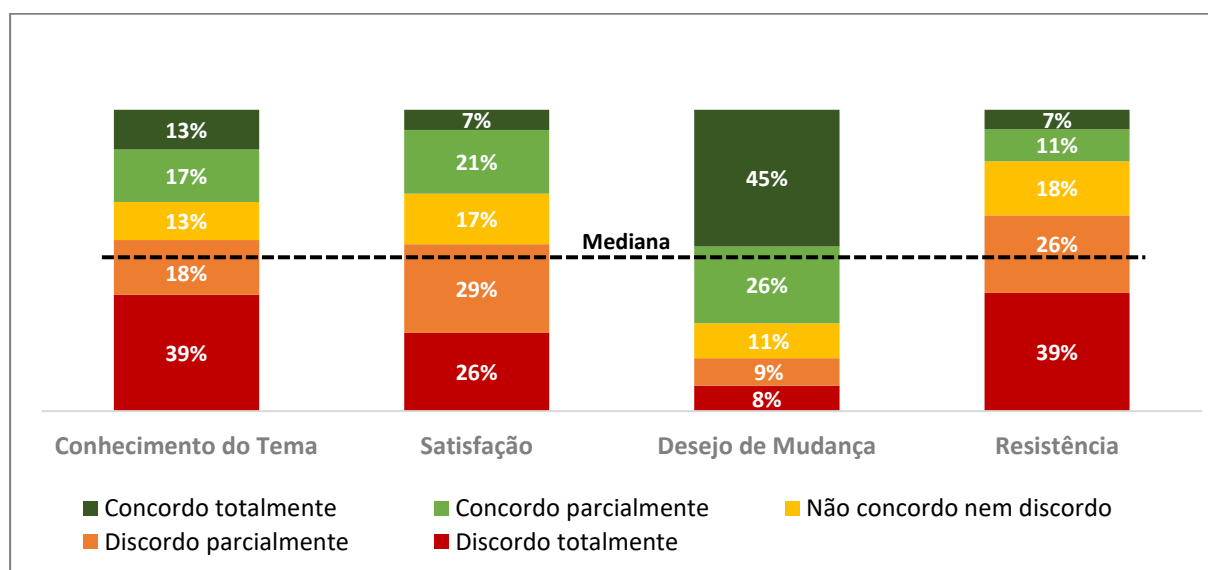


Figura 17 Total das respostas de cada bloco

4.2.1 Análise comparativa em relação ao conhecimento do tema

Nesta seção serão apresentadas as respostas separadas em dois grupos de participantes: aqueles que responderam “concordo totalmente” ou “concordo parcialmente” para a pergunta “Conheço o conceito de redes elétricas inteligentes” – denominado como o grupo “Conhecem o Tema Redes Inteligentes”; e o restante dos participantes – grupo “Não Conhecem o Tema Redes Inteligentes”. A **Figura 18** apresenta as respostas desses dois grupos.

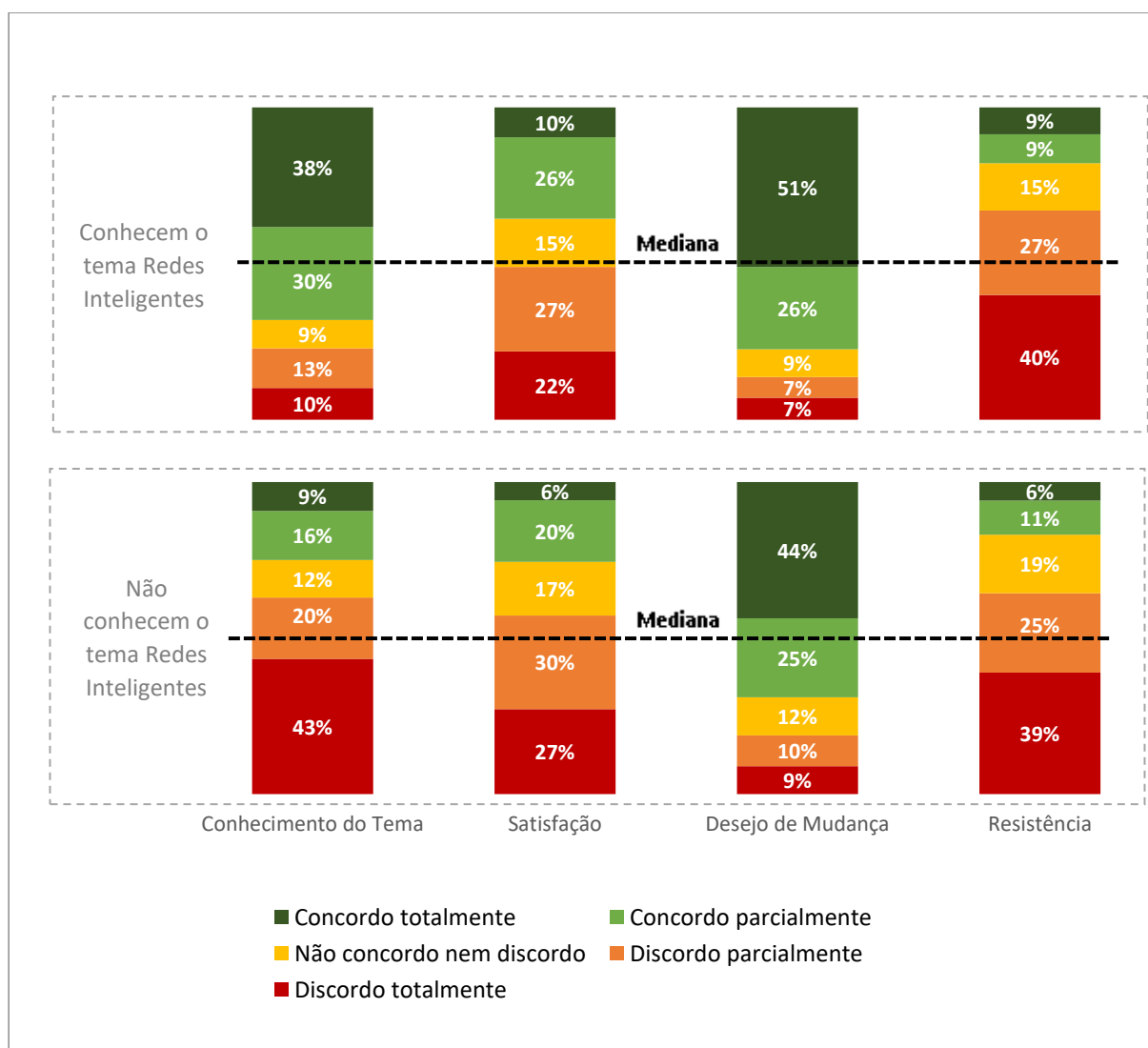


Figura 18 Respostas dos que Conhecem vs. Não conhecem o tema redes inteligentes, por bloco

Em relação ao conhecimento do tema, aqueles que não conhecem sobre o conceito de redes inteligentes também demonstraram maior falta de conhecimento sobre a geração distribuída e sobre a diferença entre os medidores, como esperado. Porém, a diferença sobre o conhecimento do tema redes inteligentes não influenciou nas percepções de resistências estudadas. Esse resultado vai de encontro aos resultados apresentados pelos autores Krishnamurti *et al.* (2012) e Park *et al.* (2017) na seção 2.1.5, que descreveram uma relação inversa entre conhecimento e resistência. Isto pode representar uma necessidade de abordagem para os consumidores brasileiros diferente das existentes nos outros países estudados, sem a necessidade de focar em informações como as características técnicas dos medidores.

Apesar da não influência do conhecimento em relação à resistência, foi possível observar um maior desejo de mudança naqueles que conhecem sobre o tema. Com isso, a

disseminação do conhecimento continua se mostrando importante na transição para que os consumidores incentivem e se envolvam na mudança, conseguindo ser também beneficiados com a nova estrutura da rede.

4.2.2 Análise da percepção do preço

Para esta análise, os respondentes foram novamente separados em dois grupos, agora em função da resposta para a afirmativa “Não desejo pagar a mais pela conta de luz, não importam as comodidades tecnológicas acrescentadas” do bloco “Resistência”. Aqueles que responderam que concordam totalmente ou parcialmente com a afirmativa foram alocados no grupo “Mais resistentes ao aumento do preço”, enquanto os outros participantes formaram o grupo “Menos resistentes ao aumento do preço.”

A **Figura 19** mostra as respostas para cada um dos dois grupos citados. Para construir este gráfico foram retiradas as perguntas sobre o preço presente no bloco “Desejo de Mudança”, por apresentar uma ideia repetida da pergunta usada para divisão dos grupos, e a própria pergunta do preço do bloco “Resistências”, para que fosse possível avaliar a diferença existente entre os outros tipos de resistência estudados.

Os resultados mostram que, em relação ao conhecimento do tema, as respostas foram parecidas, o que converge com o mostrado na seção anterior, de que o grau de resistência não é influenciado pelo grau de conhecimento do tema e também não influencia o mesmo. A satisfação também não apresentou relação quanto à alta resistência ao preço e o grupo menos resistente mostrou um desejo de mudança ligeiramente maior, o que também é compatível com o esperado.

Em relação ao bloco “Resistência”, aqueles que são mais resistentes ao aumento do preço mostraram ter também maior resistência aos outros fatores estudados. Quanto a pergunta com maior diferença nas respostas destaca-se: “Mesmo que os dados não sejam divulgados publicamente, acho que gerar um relatório das minhas atividades de consumo de energia elétrica seria uma invasão de privacidade”. Isso indica que, ao lidar com os consumidores resistentes ao aumento do preço, é necessário também atentar-se para a questão da privacidade dos dados, mostrando com exatidão como os dados obtidos serão utilizados pela empresa e talvez oferecendo a opção de que esses dados não sejam armazenados em seu banco de dados, de acordo com a preferência do cliente.

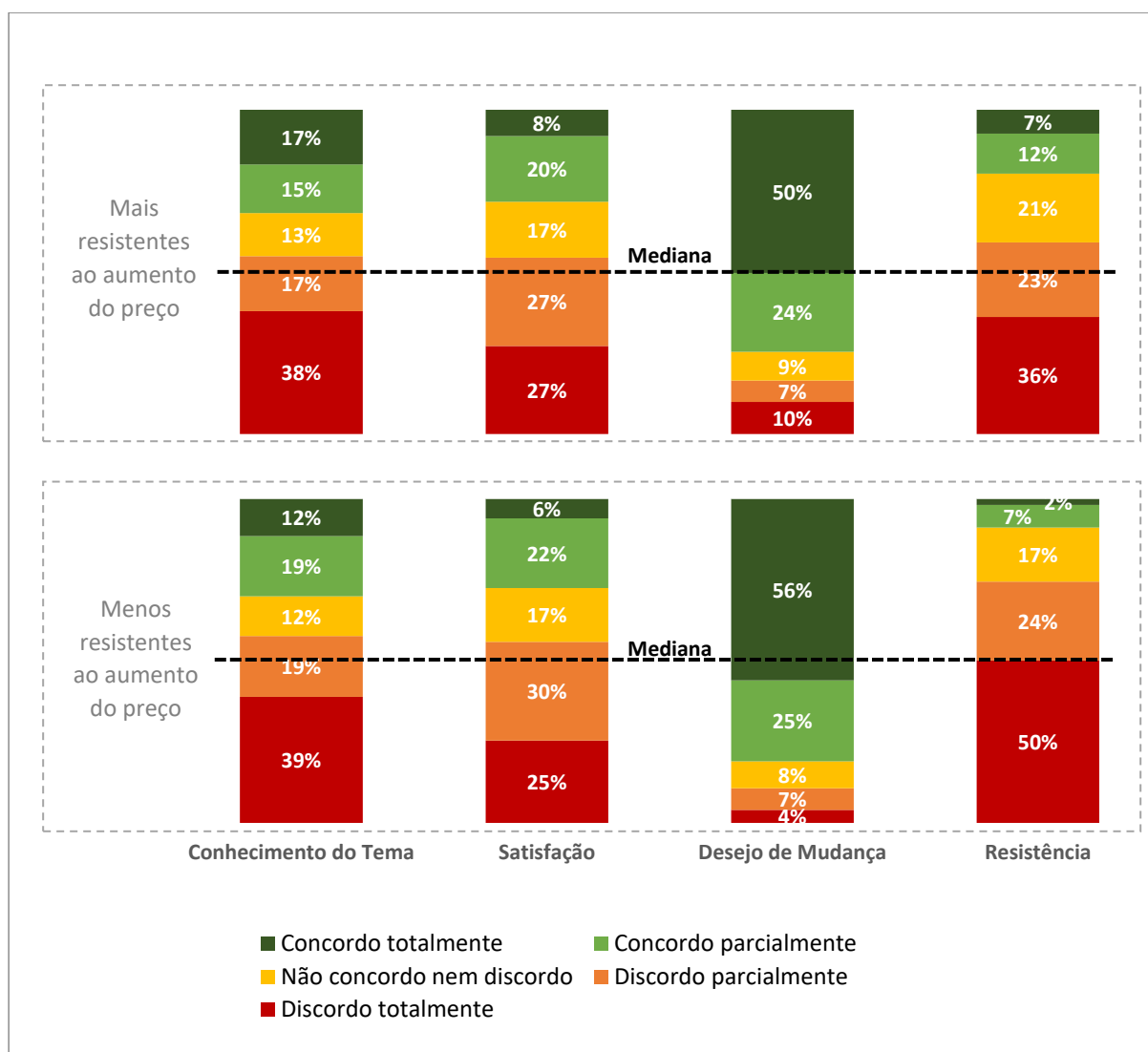


Figura 19 Respostas dos Mais resistentes vs. Menos resistentes ao aumento do preço, por bloco

Entre as perguntas iniciais de caracterização do perfil dos respondentes, a principal diferença encontrada entre os grupos foi a quantidade de responsáveis pela conta de luz. No grupo dos mais resistentes ao preço 38% são responsáveis pelas contas de luz, enquanto entre os menos resistentes apenas 16% são responsáveis. Isso mostra, então, que o fato da pessoa ser responsável pela conta de luz pode influenciar na percepção em relação ao tema. Essa análise entre os responsáveis pela conta versus os não responsáveis pela conta será discutida na próxima seção.

4.3 Percepção dos Responsáveis vs. Não responsáveis pela conta de luz

Como mostra a **Figura 20**, o grupo dos responsáveis pela conta de luz não apresentou diferença na percepção em relação à satisfação com a rede atual e nem ao desejo de mudança, em comparação ao grupo dos não responsáveis pela conta. As principais diferenças entre os dois grupos encontram-se no bloco “Conhecimento do Tema”, em que os responsáveis aparentam ter maior conhecimento sobre as redes inteligentes e no grupo de resistência. As perguntas específicas com maior divergência foram as relacionadas ao preço da conta de luz, que mostra que o grupo que paga a conta tem uma resistência muito maior quanto a variação de preço, o que é algo esperado.

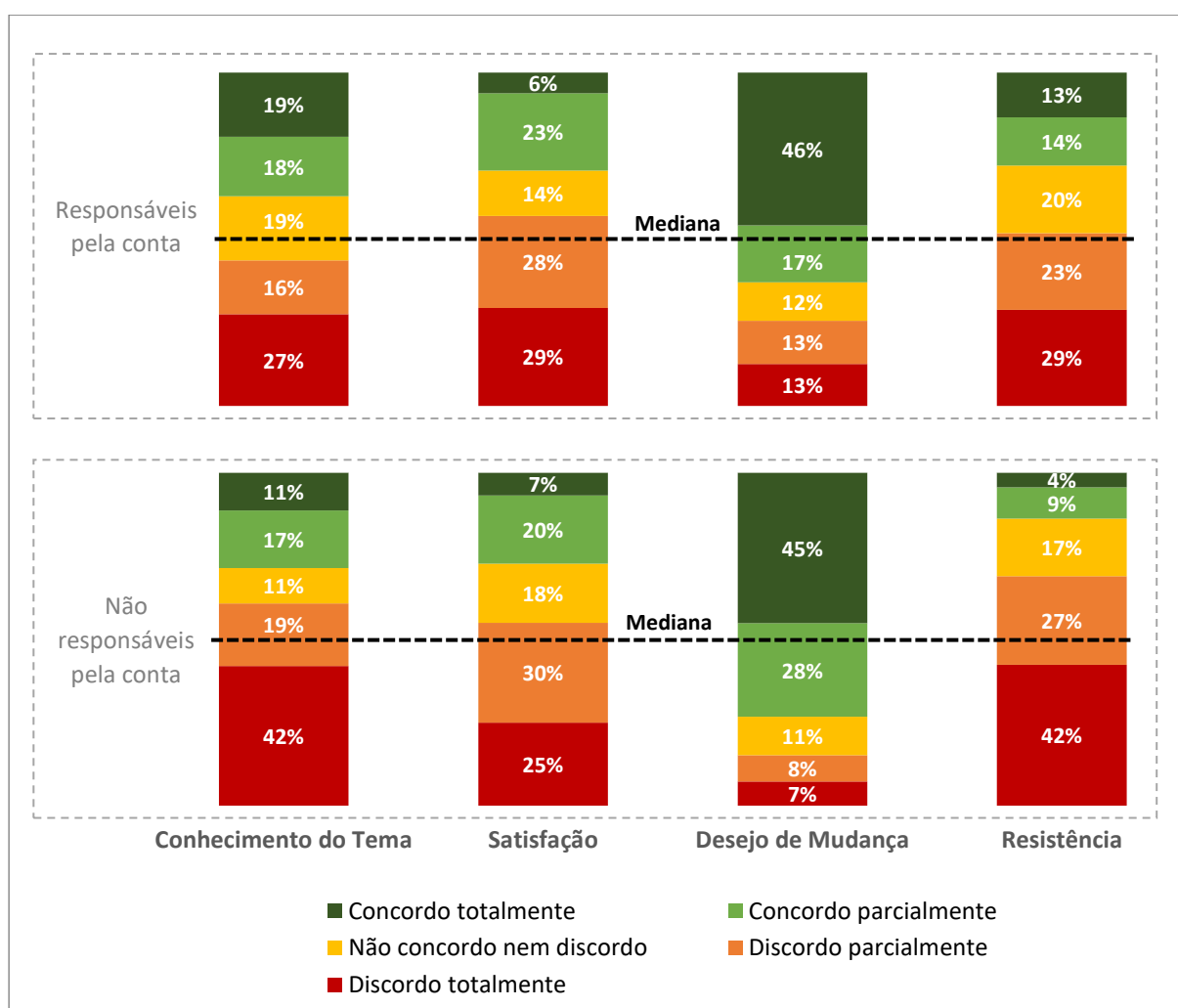


Figura 20 Respostas Responsáveis vs. Não responsáveis pela conta de luz, por bloco

Os resultados apresentados nas seções mostram um ambiente favorável para a transição para as redes inteligentes no Brasil, desde que isso não signifique um aumento nas tarifas de energia. Assim, é necessário ainda superar as barreiras tecnológicas, econômicas e regulatórias apresentadas na seção 2.3.5, para que haja uma diminuição nos preços dos novos equipamentos e implantação, e torne os investimentos economicamente viáveis sem um aumento considerável para o consumidor. Como discutido pelos autores Dantas *et al.* (2018), o contexto atual do setor elétrico não é favorável para superar tais barreiras sozinho, necessitando assim do apoio de políticas públicas para a implantação em larga escala das redes inteligentes.

A questão da difusão do conhecimento sobre as redes inteligentes se mostrou importante para que os consumidores sejam incluídos na transição e consigam ser também beneficiados, conhecendo sobre suas possibilidades, como maiores informações de seu consumo e oportunidade de participar da geração distribuída no país, como discutido pelos autores Geelen (2013), Verbong *et al.* (2013) e Vasconcelos (2008). Porém, ao contrário do que ocorreu nos estudos de Krishnamurti *et al.* (2012) e Park *et al.* (2017), a falta de conhecimento não necessariamente significou uma alta resistência no caso brasileiro.

5. CONCLUSÃO

Com o presente estudo, foi possível responder as perguntas postas inicialmente no trabalho: Qual a importância da participação do usuário final na transição para as redes inteligentes? Qual é o nível de conhecimento do consumidor brasileiro sobre o tema no momento? Os consumidores estão satisfeitos com a rede atual? Há resistências por parte da população em relação à transição?

As redes elétricas inteligentes (REI) possuem uma estrutura que permite uma participação muito mais ativa do consumidor, pela possibilidade de consulta de seu consumo em tempo real, de escolha de modo de tarifa, de decisão sobre gerar sua própria energia e como gerá-la. Essa participação é essencial para atingir diversos benefícios na transição, principalmente relacionados à melhoria da eficiência da rede, crescimento de geração por energias renováveis com a geração distribuída, entre outros benefícios ambientais associados a nova estrutura. Sem a participação ativa dos usuários, a transição proporcionaria apenas melhorias relacionadas à operação da rede, como aumento da qualidade do fornecimento, diminuição das perdas de energia e dos custos operacionais das empresas que operam as redes. Assim, conclui-se que, para atingir todos os potenciais benefícios das redes inteligentes, a participação do usuário final é, não apenas importante, como imprescindível.

Pelos resultados obtidos com o questionário, foi possível observar que a maior parte dos respondentes, no momento, não conhece os conceitos relacionados ao tema, e em geral, não estão satisfeitos com a rede atual. Foram analisados aspectos de qualidade, tempo de recuperação do fornecimento, preço e quantidade de informações sobre o consumo. Além disso, há uma indicação de desejo de mudança para as redes inteligentes no aspecto de comodidades tecnológicas acrescentadas, desde que isso não impacte negativamente nas tarifas de energia, uma vez que o seu valor atual é visto como insatisfatório para os usuários.

Em relação à resistência à transição para as redes inteligentes, não foram identificadas grandes barreiras relacionadas ao medo da frequência emitida pelos aparelhos ou pela ideia que as informações obtidas por eles seriam invasão de privacidade, barreiras que são fortes em outros países, como nos EUA. Porém, foi identificada uma forte resistência em relação ao aumento do preço, principalmente na percepção dos usuários que são responsáveis pela conta de luz da residência, o que vai de acordo com a insatisfação dos consumidores com os valores atuais da tarifa de energia. Atualmente, a implantação dessas novas tecnologias no Brasil possui diversas barreiras tecnológicas, econômicas e regulatórias, fazendo com que a mudança não

necessariamente resulte em uma diminuição do valor das tarifas para os consumidores. Isto indica ser um problema relevante na percepção dos usuários.

Além disso, foi identificado que diferentemente de estudos de caso em outros países como EUA e Dinamarca, o nível de resistência dos usuários brasileiros não foi influenciada pelo nível de conhecimento em relação ao tema. Apesar da difusão do conhecimento não indicar ser importante do ponto de vista de barreiras para a implantação das REI, ela continua sendo essencial para que os consumidores conheçam suas oportunidades na nova estruturação da rede, como a questão da geração distribuída e da modalidade tarifária, e sejam mais beneficiados com a transição.

Outra característica relevante identificada foi a consciência ambiental apresentada por grande parte dos usuários, que indicou estar disposta a pagar mais caso isso significasse uma mudança positiva para o meio ambiente. Isso sugere que abordar o tema das redes inteligentes focando nos seus aspectos de melhoria ambiental é uma possibilidade para minimizar a resistência do preço identificada. Essa estratégia também é relevante para o incentivo à geração distribuída, que mostrou ter grande potencial de crescimento com os resultados do estudo. Grande parte dos respondentes demonstrou interesse em gerar sua própria energia, apesar de quase nenhum deles gerar atualmente.

Apesar da estratégia ser possível, apenas isso pode não ser suficiente. Antes de incluir os usuários na transição, o Brasil precisa superar as barreiras tecnológicas, econômicas e regulatórias, fazendo com que o valor das tecnologias diminua e impacte pouco o consumidor. Uma solução para o momento seria iniciar as mudanças apenas na automação e digitalização de outras partes da rede, sem incluir o consumidor, porém tendo em vista que isto não trará todos dos potenciais benefícios das REI. Outra possível sugestão é a criação de políticas públicas que informem os consumidores, incentivem as redes inteligentes e viabilizem as tecnologias para que possam ser implantadas em larga escala no país.

É necessário ressaltar que o presente trabalho possui as limitações comuns inerentes a metodologia de questionário online utilizada, como a impossibilidade de aplicá-lo a pessoas analfabetas ou sem acesso à internet, apesar destas serem realidades relevantes no país; e a possibilidade de múltiplas interpretações para a mesma questão por diferentes respondentes, porém aparentando uniformidade nas respostas. Além disso, os respondentes alcançados pelo questionário deste trabalho foram majoritariamente do Estado do Rio de Janeiro, fazendo com que os resultados apresentados possam refletir uma realidade local, e não de todo país.

Como sugestões de trabalhos futuros para continuidade da pesquisa, pode-se identificar:

- Estudo de caso abrangendo outros Estados para avaliar conformidade nos resultados;
- Avaliação da percepção dos consumidores comerciais e industriais no contexto das redes elétricas inteligentes;
- Estudo de caso na área de concessão dos projetos piloto no Brasil, identificando as dificuldades existentes e a percepção do usuário que já está inserido na transição;
- Papel das redes inteligentes no contexto da Economia Circular.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMIN, S. Massoud & WOLLENBERG, Bruce F (2005). Toward a Smart Grid. *IEEE power & energy magazine*, setembro/outubro 2005.
- ANEEL (2010). Estrutura Tarifária Para o Serviço de Distribuição de Energia Elétrica. *Nota Técnica* nº 362/2010-SRE- SRD/ANEEL, Brasília.
- ANEEL (2018). Geração Distribuída. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida>> Acesso em nov. 2019.
- ANEEL (2019a). Indicadores Coletivos de Continuidade (DEC e FEC). Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/indicadores-coletivos-de-continuidade>> Acesso em dez. 2019.
- ANEEL (2019b). Relatório de perdas 2019. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/documents/654800/18766993/Relat%C3%B3rio+Perdas+de+Energia_+Edi%C3%A7%C3%A3o+1-2019-02-07.pdf/d7cc619e-0f85-2556-17ff-f84ad74f1c8d> Acesso em dez. 2019.
- ANEEL (2019c). Competências da ANEEL. Disponível em: <<https://www.aneel.gov.br/competencias>> Acesso em dez. 2019.
- ANEEL (2020). Capacidade de geração do Brasil. Disponível em: <<https://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>> Acesso em jan. 2020.
- BENICIO, Milla (2018). A Virada digital. Smart cities e smart grids em uma perspectiva multidisciplinar. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2018.
- BISWAS, Md Multan et al. (2013). Towards Implementation of Smart Grid: An Updated Review on Electrical Energy Storage Systems. *Smart Grid and Renewable Energy*, 2013, 4, 122-132
- BNDES (2019). Plano Inova Energia. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/plano-inova-empresa/plano-inova-energia>> Acesso em dez. 2019.
- BOTTE, Brunello et al. (2005). The Telegestore Project in Enel's Metering System. *CIREN 2005 - 18th International Conference and Exhibition on Electricity Distribution*. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/5427661>> Acesso em dez. 2019.

- BRANDÃO Mariana; JOIA, Luiz Antonio (2018). A influência do contexto na implantação de um projeto de cidade inteligente: o caso Cidade Inteligente Búzios. *Revista de Administração Pública*. Rio de Janeiro 52(6):1125-1154, nov. - dez. 2018.
- CABELLO, Andrea Felipe (2012). Redes Elétricas Inteligentes no Brasil: a necessidade de uma avaliação adequada de custos e benefícios. *Radar* nº 19 - Maio de 2012.
- CAMPBELL, Richard J. (2018). The Smart Grid: Status and Outlook. *Congressional Research Service*, 7-5700.
- CAPEHART, Barney L. (2016). Distributed Energy Resources (DER). Disponível em: <<https://www.wbdg.org/resources/distributed-energy-resources-der>> Acesso em: 26 dez. 2019.
- CCST (2011). Health Impacts of Radio Frequency Exposure from Smart Meters. *Report*. Disponível em: <https://ccst.us/reports/health-impacts-of-radio-frequency-from-smart-meters/>> Acesso em jan. 2020.
- CEER, Council of European Energy Regulators (2018). Energy Quality of Supply Work Stream (EQS WS): CEER Benchmarking Report 6.1 on the Continuity of Electricity and Gas Supply.
- CEMIG (2019). O que são as redes inteligentes de energia? Disponível em: <https://www.cemig.com.br/pt-br/A_Cemig_e_o_Futuro/sustentabilidade/nossos_programas/Redes_Inteligentes/Paginas/as_redes_inteligentes.aspx> Acesso em: Nov. 2019
- CGEE, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (2012). Redes inteligentes: contexto nacional. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/Redes_Eletricas_Inteligentes_22mar13_9539.pdf/36f87ff1-43ed-4f33-9b53-5c869ace9023?version=1.5> Acesso em nov. 2019.
- CHEN, Silu et al. (2019). Suitable business models for innovation in different levels of the smart grid energy industry. *Environmental Progress & Sustainable Energy*. 2019; e13275.
- CIA, Central Intelligence Agency (2016) The World Factbook: COUNTRY COMPARISON, ELECTRICITY – CONSUMPTION. Disponível em: <<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/253rank.html>> Acesso em jan 2020.

CLP Liderança Pública (2019). Ranking de competitividade dos estados 2019. Disponível em: <<http://www.rankingdecompetitividade.org.br/ranking/2019/indicador/acesso-a-energia-eletrica>> Acesso em jan 2020.

CHRISTENSEN, Toke Haunstrup et al. (2019). MATCH: Markets, Actors and Technologies – A comparative study of smart grid solutions. Disponível em: <https://www.match-project.eu/digitalAssets/478/478271_match_executive-summary.pdf> Acesso em jan 2020.

DANTAS, et al. (2018). Public policies for smart grids in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 92 (2018) 501–512.

DOE (2011). The Smart Grid: An Introduction. Disponível em: <https://www.smartgrid.gov/files/sg_introduction.pdf> Acesso em jan 2020.

ECOGRID (2017). EcoGrid EU: Findings and Recommendations. Relatório. Disponível em: <<http://www.eu-ecogrid.net/>> Acesso em dez. 2019.

EDP (2017). Aprimoramento das Disposições Relacionadas aos Sistemas de Medição Constantes do Módulo 5 do PRODIST. Contribuição à Consulta Pública nº 010/2017.

ENEL (2016a). Smart Meters: Consumption Becomes Smarter and Smarter. Disponível em: <https://www.enel.com/media/news/d/2016/03/smart-meters-consumption-becomes-smarter-and-smarter>> Acesso em dez. 2019

ENEL (2016b). The future has come home. Disponível em: <<https://www.enel.com/stories/a/2016/08/the-future-has-come-home>> Acesso em jan 2020.

ENEL (2017). Enel international experience in smart grid cluster and possible solutions for Russian Market. Disponível em <http://digitalsubstation.com/wp-content/uploads/2017/12/007_20171129_Enel_MRSK_StPet.pdf> Acesso em jan .2020

EPA (2019). Distributed Generation of Electricity and its Environmental Impacts. Disponível em: <<https://www.epa.gov/energy/distributed-generation-electricity-and-its-environmental-impacts#about>> Acesso em dez. 2019

EPE (2018). Recursos Energéticos Distribuídos: Impactos no Planejamento Energético. *Nota de discussão*, 2018. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/sites-pt/sala-de-imprensa/noticias/Documents/ND%20->

[%20Recursos%20Energ%C3%A9ticos%20Distribu%C3%ADos.pdf](#)> Acesso em Jan 2020.

EPE (2019). Matriz Energética e Elétrica. Disponível em:
<<http://epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>> Acesso em nov. 2019.

FARHANGI, Hassan (2010). The Path of the Smart Grid. *IEEE power & energy magazine*, january/february 2010.

FREITAS, João Alcantara (2014). CIDADE INTELIGENTE BÚZIOS: ENTRE PARADIGMAS E PERCEPÇÕES. *Dissertação* (mestrado) – Centro de Pesquisa e Documentação de História Contemporânea do Brasil, Programa de Pós-Graduação em História, Política e Bens Culturais. Fundação Getúlio Vargas

GANGALE, Flavia et al. (2017). Smart grid projects outlook 2017: Facts, figures and trends in Europe. Disponível em:
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC106796/sgp_outlook_2017-online.pdf> Acesso em jan. 2020

GEELLEN, Daphne et al. (2013). Empowering the end-user in smart grids: Recommendations for the design of products and services. *Energy Policy* 61 (2013) 151–161

GHASEMPOUR, Alireza (2019). Internet of Things in Smart Grid: Architecture, Applications, Services, Key Technologies, and Challenges. *Inventions* 2019, 4, 22.

GIL, Antônio Carlos (2008). Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: *Atlas*, 2008. P. 121-135.

GOMES, R. C. et al. (2010). Proposta de sistema com arquitetura para implementação de uma smart grid na rede de distribuição em baixa tensão. *III Simpósio brasileiro de sistemas elétricos* – SBSE, Belém, Pará, 2010.

GOOGLE (2019). Formulários Google: crie e analise pesquisas gratuitamente. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>> Acesso em dez. 2019.

HANSEN, Meiken; HAUGE, Bettina (2017). Prosumers and smart grid technologies in Denmark: developing user competences in smart grid households. *Energy Efficiency*, 10(5), 1215-1234.

- HOROWITZ, Kelsey et al. (2019). An Overview of Distributed Energy Resource (DER) Interconnection: Current Practices and Emerging Solutions. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/docs/fy19osti/72102.pdf>> Acesso em 26 dez. 2019.
- HOUTHAKKER, H. S. (1951). Electricity tariffs in theory and practice. *The Economic Journal*, pp. 1-25.
- HUANG, Xiaoge et al (2018). A Survey on Power Grid Cyber Security: From Component-Wise Vulnerability Assessment to System-Wide Impact Analysis. *IEEE*, VOLUME 6, 2018
- JAMIESON, Susan (2004). Likert scales: how to (ab)use them. Blackwell Publishing Ltd, *MEDICAL EDUCATION* 2004; 38: 1212–1218.
- JOSÉ, Clovis Pereira de Oliveira et al. (2016). O Questionário, o Formulário e a Entrevista como Instrumentos de Coleta de Dados: Vantagens e Desvantagens do Seu Uso na Pesquisa de Campo em Ciências Humanas. *III CONEDU, Congresso Nacional de Educação*.
- JÚNIOR, Severino Domingos da Silva & COSTA, Francisco José (2014). Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. *XVII SEMEAD, Seminários em Administração*.
- KRISHNAMURTI, Tamar et al. (2012). Preparing for smart grid technologies: A behavioral decision research approach to understanding consumer expectations about smart meters. *Energy Policy* 41 (2012) 790–797.
- LAMIN, Hugo (2013). ANÁLISE DE IMPACTO REGULATÓRIO DA IMPLANTAÇÃO DE REDES INTELIGENTES NO BRASIL. *Tese de doutorado em Engenharia Elétrica*. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Elétrica.
- LEITE, Davi R. V. (2013). Medidores Eletrônicos: Análise de Viabilidade Econômica no Contexto das Redes Inteligentes. *Dissertação*. PPGENE.DM - 518/2013
- LIANG, Gaoqi et al. (2017). The 2015 Ukraine Blackout: Implications for False Data Injection Attacks. *IEEE TRANSACTIONS ON POWER SYSTEMS*, VOL. 32, NO. 4, JULY 2017
- MARCONI, M. de A. & LAKATOS, E.M. (1992). Metodologia do Trabalho Científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto e relatório, publicações e trabalhos científicos; 4. ed. São Paulo: *Atlas*, 1992. p. 99–130.

- MILCHRAM, Christine et al. (2018). Moral Values as Factors for Social Acceptance of Smart Grid Technologies. *Sustainability* 2018, 10, 2703; doi:10.3390/su10082703
- MINGUEZ, Agustín (2007). Medidores de Energia Ativa: Funcionamento, Práticas Usuais, Principais Ensaio e Análise das Fraudes Mais Comuns. *Trabalho de Conclusão de Curso*. UFRJ, Rio de Janeiro.
- MME (2019). Fonte Solar e Eólica: Panorama Brasil. Relatório. Disponível em: <<http://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento/download/39757601-070e-4875-ba99-eeadafbd771c>> Acesso em dez. 2019.
- OSINSKI, Isabel Cañadas & BRUNO, Alfonso Sánchez (1998). CATEGORÍAS DE RESPUESTA EN ESCALAS TIPO LIKERT. *Psicothema*, 1998. Vol. 10, nº 3, pp. 623-63.
- PARK, Chankook et al. (2017). Dynamic characteristics of smart grid technology acceptance. *Energy Procedia* 128 (2017) 187–193.
- PEREIRA, Guilherme; WEISS, Mariana (2017). REDES INTELIGENTES – PRINCIPAIS DESAFIOS PARA O CASO BRASILEIRO. *Caderno de Opinião FGV Energia*, Dezembro 2017.
- PREGER, Guilherme de Figueiredo (2018). Geração Distribuída e a Redução de Entropia Ambiental. *A Virada Digital: Smart cities e smart grids em uma perspectiva multidisciplinar*, 2018
- REDES INTELIGENTES BRASIL (2019). Projetos Piloto no Brasil. Disponível em: <<http://redesinteligentesbrasil.org.br/projetos-piloto-brasil.html>> Acesso em nov. 2019
- REIS, Elizabeth et al. (2015). Estatística Aplicada: Volume 1 - Probabilidades, Variáveis aleatórias, Distribuições Teóricas. Edições Sílabo, Lda. 6ª Edição, Lisboa, setembro de 2015.
- SANTO, Katia Gregio di et al (2015). A review on smart grids and experiences in Brazil. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 52 (2015) 1072–1082.
- SCHOT, Johan et al. (2016) - The roles of users in shaping transitions to new energy systems. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/nenergy201654>> Acesso em dez. 2019.

- SIEGEL, Sidney & CASTELLAN JR., N. John (2006). Estatística não-Paramétrica Para Ciências do Comportamento. Artmed Editora S.A. 2ª Edição.
- SKINNER, R. Kenneth (2013). Net-Zero Buildings and Distributed Generation Forcing New Business Models. Wiley Periodicals, Inc. / DOI 10.1002/gas.21690. *Natural Gas & Electricity*, maio 2013.
- SKJOLSVOLD, Tomas Moe; RYGHAUG, Marianne (2015). Embedding smart energy technology in built environments: A comparative study of four smart grid demonstration projects. *Indoor and Built Environment*, 2015, Vol. 24(7) 878–890.
- SVTC, Silicon Valey Toxics Coalition (2009). Toward a Just and Sustainable Solar Energy Industry. *Report*.
- SUN, Chih-Che et al. (2018). Cyber security of a power grid: State-of-the-art. *Electrical Power and Energy Systems* 99 (2018) 45–56.
- TRONG, Maj Dang et al. (2016). Experience with Consumer Communications and Involvement in Smart Grid: With Examples from EcoGrid on Bornholm Summary and Recommendations.
- VASCONCELOS, Jorge (2008). Survey of Regulatory and Technological Developments Concerning Smart Metering in the European Union Electricity Market. *Policy Papers*, RSCAS 2008/01.
- VERBONG, Geert P.J. et al. (2013). Smart grids or smart users? Involving users in developing a low carbono electricity economy. *Energy Policy* 52 (2013) 117–125.
- US Department of Commerce (2019). 2018 Top Markets Report: Smart Grid.
- US Department of Energy (2018). Smart Grid System Report: 2018 Report to Congress. Pag 11.
- XU, Yan et al. (2018). Global status of recycling waste solar panels: A review. *Waste Management*, Volume 75, May 2018, Pages 450-458

7. ANEXO – QUESTIONÁRIO DE PESQUISA

Redes Inteligentes

Olá! Este é um formulário a ser utilizado em um Trabalho de Conclusão de Curso em Engenharia Química, com o objetivo de estudar o papel dos consumidores na transição para redes elétricas inteligentes. Obrigada pela participação!

***Obrigatório**

1. Você mora em que estado? *

Escolher

2. Qual o seu tipo de residência? *

☐ Casa

☐ Apartamento

☐ Residência Estudantil

☐ Outro

3. Você é o responsável pela conta de Luz da sua casa? (A conta vem no seu nome?) *

☐ Sim

☐ Não

4. Você tem acesso à informação sobre o seu consumo de energia elétrica em tempo real? *

☐ Sim

☐ Não

☐ Não sei

5. Você tem algum gerador de energia elétrica instalado em sua residência? (Ex. painéis solares) *

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Não sei

6. Quando há interrupção do fornecimento (falta luz) você liga para a sua empresa de luz para informá-los / reclamar? *

- ☐ Sim, ligo assim que falta luz
- ☐ Ligo apenas se demorar para voltar
- ☐ Não, acredito que outras pessoas vão fazer isso
- ☐ Não vejo necessidade de ligar, pois eles já devem ver essa informação na central de controle

7. Conhecimento do Tema - Você concorda com as afirmativas abaixo? Marque as opções que melhor se encaixam na sua opinião como consumidor *

	Discordo totalmente	Discordo Parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Conheço o conceito de Redes Elétricas Inteligentes	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sei a diferença prática entre um medidor de energia elétrica analógico e digital	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sei que a grande quantidade de furtos de energia ("gatos") na cidade acaba acarretando em um aumento do preço da conta de luz	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estou familiarizado com a ideia de Geração Distribuída	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Satisfação - Você concorda com as afirmativas abaixo?
 Marque as opções que melhor se encaixam na sua opinião
 como consumidor *

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Estou satisfeito com a qualidade do meu fornecimento de energia elétrica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Quando há queda do fornecimento de energia, o problema é resolvido de maneira rápida	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho o preço atual da conta de luz um valor justo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho que tenho informação suficiente sobre o meu consumo de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Desejo de Mudança - Você concorda com as afirmativas abaixo? Marque as opções que melhor se encaixam na sua opinião como consumidor *

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Tenho vontade de ter um gerador de energia elétrica em minha residência para meu próprio consumo, ganhando desconto na conta de luz (caso já tenha um gerador, marque se deseja continuar tendo)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho útil ter a possibilidade de consultar o meu consumo de energia elétrica em tempo real, online	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho justo pagar um pouco mais na conta de luz pela transição para um medidor digital, que possibilitaria ter maiores informações sobre meu consumo de energia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Acho importante a empresa de luz ter um maior controle e combate aos furtos de energia ("gatos")	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Estaria disposto a pagar um pouco mais, se isso significasse uma mudança positiva para o meio ambiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Resistência - Você concorda com as afirmativas abaixo?
 Marque as opções que melhor se encaixam na sua opinião
 como consumidor *

	Discordo totalmente	Discordo parcialmente	Não concordo nem discordo	Concordo parcialmente	Concordo totalmente
Não confio em aparelhos eletrônicos de medição, acredito que são mais suscetíveis a adulterar / hackear	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não gosto da digitalização de tudo pois acredito que a frequência emitida por aparelhos eletrônicos faz mal para a saúde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Não desejo pagar a mais pela conta de luz, não importam as comodidades tecnológicas acrescentadas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mesmo que os dados não sejam divulgados publicamente, acho que gerar um relatório das minhas atividades de consumo de energia elétrica seria uma invasão de privacidade	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ENVIAR

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google. [Denunciar abuso](#) - [Termos de Serviço](#)

Google Formulários